

Diego Chierighini

Cultivo, em laboratório, de sementes de *Crassostrea gigas* em sistemas de leito fluidizado e em sistema *upwelling*

Dissertação submetida ao programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do grau de Mestre em Aquicultura.

Orientador: Claudio Manoel Rodrigues de Melo.

Florianópolis
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Chierighini, Diego

Cultivo, em laboratório, de sementes de *Crassostrea*
gigas em sistemas de leito fluidizado e em sistema
upwelling / Diego Chierighini ; orientadora, Claudio
Manoel Rodrigues de Melo - Florianópolis, SC, 2016.
73 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós
Graduação em Aquicultura.

Inclui referências

1. Aquicultura. 2. Hatchery. 3. Crescimento. 4.
Sobrevivência. 5. Densidade. I. Rodrigues de Melo,
Claudio Manoel. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. III.
Título.

Cultivo, em laboratório, de sementes de *Crassostrea gigas* em sistemas de leito fluidizado e em sistema *upwelling*

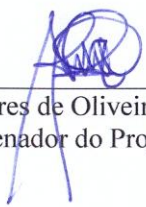
Por

DIEGO CHIERIGHINI

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

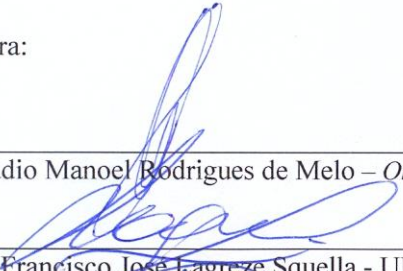
MESTRE EM AQUICULTURA

e aprovada em sua forma final pelo Programa de
Pós-Graduação em Aquicultura.



Prof. Alex Pires de Oliveira Nuñez, Dr.
Coordenador do Programa

Banca Examinadora:



Dr. Cláudio Manoel Rodrigues de Melo – *Orientador*



Dr. Francisco José Lagreze Squella - UFPR



Gilberto José Pereira Onofre de Andrade - UFSC



Dr. Marcos Caivano Pedrosa de Albuquerque - UFSC

Este trabalho é dedicado a minha
família e aos meus colegas de classe.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Claudio Manoel Rodrigues de Melo, pela confiança, oportunidade de realização do trabalho, pelo apoio, incentivo, liberdade, ideias, ensinamentos e convivência ao longo dos anos.

Ao Dr. Francisco José Lagreze-Squella, pela disponibilidade e por todos os ensinamentos ao longo da condução deste trabalho.

Aos professores do Laboratório de Moluscos Marinhos, Gilberto e Marcão.

Ao corpo técnico, Francisco, Carlos Henrique, Patrick, Jaqueline, Simone, Claudio Blacher e Marisa por todo o aprendizado e convivência ao longo desses anos.

Aos funcionários Duda, Sino, Zezé, Alexandre e Bê. Cada um com suas funções indispensáveis para realização do trabalho.

Aos todos os colegas do curso de Pós-graduação em Aquicultura pela troca de ideias e experiência.

À Universidade Federal de Santa Catarina pelo ensino de qualidade e toda infraestrutura disponibilizada.

À CAPES por ter concedido a bolsa.

Aos meus pais Tony e Varlei Chierighini, meu irmão Thiago Chierighini pela vida, oportunidade de estudos, incentivo, cuidados, ensinamentos, conselhos e o mais importante, a amizade e amor.

A minha noiva Letícia Moller de Limas, por toda dedicação, ajuda no meu dia-a-dia, carinho, amor, suporte, conselhos nas horas mais difíceis e, principalmente, pela motivação de sempre seguir em frente.

RESUMO

Para manter o crescimento da atividade de produção de ostras e atender a demanda do mercado, o desenvolvimento de novas tecnologias para produção de pré-sementes de *Crassostrea gigas* em laboratório faz-se necessário. Desde o surgimento da indústria na década de 1960 não houve um incremento tecnológico relevantes na produção de sementes recém-assentadas. No sistema de leito fluidizado que em síntese, consiste na produção de sementes em alta densidade com fluxo de água e alimentação controladas, mantendo as sementes recém-assentadas em suspensão, todo material excretado pelos animais são direcionados para fora do cultivo, priorizando a qualidade da água. Com a utilização dessa tecnologia é possível maximizar a produção, utilizando áreas de cultivo em laboratório menores e, conseqüentemente, reduzindo o tempo de manejo, além de reduzir o volume de água utilizado. Neste estudo comparou-se o crescimento, a sobrevivência e consumo de alimento de diferentes tamanhos das sementes de *Crassostrea gigas* em sistema de leito fluidizado e upwelling. Para o sistema de leito fluidizado também foram comparadas densidades visando avaliar o comportamento das sementes sob diferentes condições de densidade de cultivo. Os parâmetros físico-químicos se mostraram, em ambos os experimentos, dentro do padrão estabelecido para a espécie. No experimento de densidade foi possível obter um crescimento volumétrico 1.316%, durante os oito dias do período experimental, no tratamento com 4.877,21 pré-sementes por cm². No experimento de comparação entre os sistemas, para sobrevivência, não houve diferença entre os tratamento e sistemas obtendo uma sobrevivência média de 95,48±2,76%. Da mesma forma, para o consumo de microalgas não foi observado diferença significativa entre os sistemas, contudo houve diferenças entre os tratamentos, T1000, T710 e T500. Neste caso, observou-se a redução do consumo de microalgas com a redução do tamanho médio das pré-sementes. Em relação ao crescimento altimétrico e volumétrico, o sistema de upwelling foi superior quando comparado ao sistema de leito fluidizado. Entre os tratamentos do sistema de upwelling não foi observado diferença estatística para as variáveis de crescimento, entretanto para os tratamentos do sistema de leito fluidizado, o tratamento TL1000 levou a melhores resultados. Esses estudos propiciaram entender um pouco mais sobre a produção de pré-sementes de *C. gigas* em sistema de leito fluidizado, todavia novos estudos devem ser executados para otimizar a produção de pré-sementes de *C. gigas*.

Palavras-chave: Aquicultura, Hatchery. Crescimento. Sobrevivência. Densidade.

ABSTRACT

To keep the growth of oyster production and reach the market demand, the development of new technologies for *Crassostrea gigas* spats production is necessary. Since the beginning of the industry, in the 1960s, there have been significant technological advances in the production of newly settled spats. The fluidized bed system is the high-density production of spats in water flow and feeding control that keeps the spats in suspension and directs the excreted material out of the system, prioritizing the quality of the water. To use this technology, it is possible to maximize the production, using smaller growth areas, and consequently, reducing the working time and the amount of water used. This study compared the growth, survival and food intake for different sizes spats of *Crassostrea gigas* in upwelling and fluidized bed systems. Densities were also compared in fluidized bed system. The physical and chemical parameters in both experiments were within the pattern established for the species. In the density experiment we found a volumetric growth of 1,316% in the trait of 4,877.21 spats per cm². There were no differences between survivals and intake of microalgae when we compared the systems; the general average was of $95.48 \pm 2.76\%$. However, we found differences in intake within systems; there were a reduction of the microalgae intake by reduction of the average size of spat. Altimetry and volumetric growth was superior in the upwelling when compared to the fluidized bed system. In upwelling system, there was not statistical difference in the growth variables; however, for the fluidized bed treatment system, TL1000 trait showed better results. These studies allowed understanding of the production of *C. gigas* spats in a fluidized bed system; however, further studies will be needed to optimize the production of *C. gigas* spats.

Keywords: Aquaculture, Hatchery. Growth. Survival. Density

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ciclo de vida da ostra <i>Crassostrea gigas</i>	24
Figura 2- Fluxo de água nos sistemas de UP e DOWN <i>welling</i> . Fonte: Adaptado de Helm e Bourne, 2004.	28
Figura 3 – Esquema do sistema de leite fluidizado e detalhamento dos tanques (unidades experimentais) de formato cilindro-cônico.	38
Figura 4 - Esquema do sistema de leite fluidizado e detalhamento dos tanques (unidades experimentais) de formato cilindro-cônico.	39
Figura 5 - Esquema do sistema UW e detalhamento dos tanques (unidades experimentais) de formato cilíndrico.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estágio larvais, tamanho e idade da ostra do Pacífico.....	24
Tabela 2 – Tratamentos utilizados em sistema de leito fluidizado	42
Tabela 3 – Número de células de alga ofertadas diariamente no experimento de efeito da densidade em sistema de leito fluidizado.....	42
Tabela 4 - Tratamentos do experimento de comparação da tecnologia de cultivo de semente de ostra, <i>upwelling</i> (TU), com o cultivo em sistema de Leito Fluidizado (TL)	44
Tabela 5 - Oxigênio dissolvido e seu consumo médio por tratamento. .	45
Tabela 6 - Crescimento volumétrico de pré-sementes de ostras cultivadas em diferentes densidades	46
Tabela 7 - Parâmetros de qualidade de água sistema de <i>upwelling</i> e leito fluidizado.....	47
Tabela 8 - Consumo médio de células de microalgas por hora no sistema de <i>upwelling</i> (TU) e Leito Fluidizado (LF)	48
Tabela 9 – Taxa de sobrevivência das pré-sementes no sistema de <i>upwelling</i> (TU) e Leito Fluidizado (LF).....	48
Tabela 10 - Taxa de crescimento volumétrico e altimétrico dos sistemas de <i>upwelling</i> e leito fluidizado.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCA - Centro de Ciências Agrárias

Céls - Célula

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

g - Grama

h – Hora

s – Segundo

L – Litros

cm - centímetro

m - metro

LMM – Laboratório de Moluscos Marinhos

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura

mg - Miligrama

mL - Mililitro

NH₃ – Nitrogênio Amoniacal Não-Ionizado

NH₄⁺ - Nitrogênio Amoniacal

NO₂ – Nitrogênio de Nitrito

NO₃ – Nitrogênio de Nitrato

P.A – Para Análise

pg - Picograma

pH – Potencial Hidrogeniônico

SLAV/SC – Serviço Laboratorial Avançado/Santa Catarina

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

W - Watt

µm - Micrometro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	21
1.1 Histórico da produção.....	21
1.2 A ostra <i>Crassostrea gigas</i>	22
1.3 Histórico do cultivo de ostras no Brasil.....	24
1.4 Obtenção de Sementes.....	26
2 OBJETIVOS	31
2.1 Objetivo Geral	31
2.2 Objetivos Específicos.....	31
CULTIVO PRÉ-SEMENTES DE OSTRAS EM SISTEMAS DE LEITO-FLUIDIZADO E UPWELLING	33
1. INTRODUÇÃO	35
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.1 Local do estudo	37
2.2 Sistemas	37
2.2.1 Sistema de leito fluidizado com volume de 1.260 ML.....	37
2.2.2 Sistema de leito fluidizado com volume de 3.930 ML.....	38
2.2.3 Sistema de Upwelling (UW).....	39
2.3 Manejo dos Sistemas	40
2.4 Análises físico-químicas da água.....	41
2.5 Efeito da densidade em sistema de Leito Fluidizado	41
2.5.1 Delineamento experimental	41
2.5.2 Alimentação	42
2.6 Comparação da tecnologia de cultivo de semente de ostra, <i>upwelling</i>, com o cultivo em sistema de leito fluidizado.	43
2.6.1 Delineamento experimental	43
2.6.2 Alimentação	44
2.7 Análise estatística	44
2.7.1 Efeito da densidade em sistema de Leito Fluidizado.....	44

2.7.2 Comparação da tecnologia de cultivo de semente de ostra, <i>upwelling</i> , com o cultivo em sistema de Leito Fluidizado.	45
3 RESULTADOS.....	45
3.1 Efeito da densidade em sistema de Leito Fluidizado.....	45
3.1.1 Parâmetros físico-químicos da água.....	45
3.1.2 Crescimento volumétrico.....	46
3.2 Comparação da tecnologia de cultivo de sementes de ostra	46
3.2.1 Parâmetros físico-químicos da água.....	46
3.2.2 Consumo de alimento.....	47
3.2.3 Sobrevivência.....	48
3.2.4 Crescimento	49
4 DISCUSSÃO.....	50
4.1 Parâmetros físico-químicos da água.....	50
4.2 Efeito da densidade em sistema de Leito Fluidizado.....	51
4.2.1 Crescimento volumétrico.....	51
4.3 Comparação da tecnologia de cultivo de sementes de ostra, <i>upwelling</i> , com o cultivo em sistemas de leito fluidizado.....	52
4.3.1 Consumo de alimento.....	52
4.3.2 Sobrevivência.....	53
4.3.3 Crescimento	54
5 CONCLUSÃO.....	55
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
7 REFERÊNCIAS.....	55
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO GERAL	63
ANEXO A – Imagem	71

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Histórico da produção

Há aproximadamente quatro milênios iniciavam-se na China as atividades aquícolas, no entanto, apenas na última metade de século a aquicultura tornou-se expressiva comercialmente, fato esse, atrelado às reduções dos estoques pesqueiros naturais e ao aperfeiçoamento das técnicas de cultivo (ARANA, 1999).

Nas últimas cinco décadas a produção aquícola mundial tem evoluído constantemente sendo atualmente um dos segmentos de produção animal que mais cresce no mundo. Em 2012 foi alcançado um novo recorde: uma produção de 90,4 milhões de toneladas, sendo que apenas 15 países são responsáveis por 92,7% do total, com destaque para China que é responsável por 61,7%. No referido ano, o Brasil foi o décimo segundo maior produtor aquícola, responsável por 1,1% da produção mundial (FAO, 2014).

No ano de 2012, a produção de moluscos teve a segunda maior representatividade entre os grupos analisados pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), com 15,2 milhões de toneladas, ficando atrás apenas da produção de peixes e representando mais que o dobro da produção de crustáceos. Nesse mesmo ano, o Brasil produziu aproximadamente 21 mil toneladas (FAO, 2014).

O cultivo de moluscos foi iniciado na França há cerca de 700 anos e a partir de 1946 a produção passou a ter representatividade econômica mundial (MARQUES; PEREIRA, 1988). No Brasil a atividade tem trazido vários benefícios à sociedade em toda cadeia produtiva, gerando empregos e ajudando a fixar populações nativas litorâneas (ROSA, 1997).

No Brasil o desenvolvimento da malacocultura baseia-se na produção de mexilhões e ostras. O molusco *Perna perna* (Linné, 1758) ganha destaque entre os mexilhões e lidera a produção nacional, enquanto a *Crassostrea gigas*, (Thunberg, 1793) destaca-se no grupo das ostras. As ostras nativas, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1928) e *Crassostrea gasar* (Andanson, 1757), e a vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758), também são produzidas em menores escalas (MPA, 2010).

Entre os estados da Federação Brasileira, Santa Catarina é destaque na produção de moluscos bivalves, responsável por cerca de

90% da produção brasileira de cultivo (CAVALLI; FERREIRA, 2010). No ano de 2014, a produção de moluscos bivalves catarinense teve um crescimento de, aproximadamente, 13% quando comparada ao ano anterior. Se analisarmos apenas a produção de *Crassostrea gigas*, (Thunberg, 1793), esta teve um crescimento de 25,17% - um recorde na produção nacional (EPAGRI, 2015).

Santa Catarina foi o estado pioneiro no cultivo de moluscos em escala comercial, desenvolvendo as regiões costeiras do estado (GRUMANN; POLI, 1999). O litoral catarinense possui uma disposição geográfica propícia ao cultivo de moluscos, com várias áreas de baía e alta produtividade primária marinha, alcançando resultados expressivos de produtividade, superiores aos obtidos em países tradicionais na produção de moluscos bivalves (COSTA et al., 1998), com por exemplo, França, Espanha e Japão.

O cultivo da *Crassostrea gigas* no Brasil, por ser uma espécie exótica, depende da reprodução e desenvolvimento das formas jovens em laboratórios, limitando-se ao Sul e Sudeste do Brasil (GOMES, 1986; FERREIRA et al, 2006). Essa limitação se dá devido à alta temperatura da água acima do Sudeste do Brasil. Nesse contexto, cabe ressaltar que as maiores perdas no cultivo nas regiões Sul e Sudeste ocorrem no período do verão, cujo incidente é denominado “mortalidade de verão”, por conta da alta temperatura da água em conjunto com o estresse de desova e manejo. IVACHUK (2012) relata que o manejo influencia diretamente na prevalência de patógenos.

Para o sucesso de um cultivo da espécie a seleção da área é imprescindível que o local escolhido tenha características ambientais adequadas e seja livre de fontes de potencial contaminação que possam afetar a saúde humana (MARTÍNEZ; RODRIGUEZ, 2003; LENOCH, 2003; GARCIA, 2005).

1.2 A ostra *Crassostrea gigas*

Popularmente conhecida como “ostra japonesa” ou “ostra do Pacífico”, a ostra *Crassostrea gigas* (THUNBERG, 1795) nativa do leste asiático (Japão, China e Coreia) (AKABOSHI, 1979), é amplamente cultivada no mundo inteiro, considerada, inclusive, a espécie mais cultivada na aquicultura. Tal fato se dá devido a sua ampla tolerância às condições ambientais, seu rápido crescimento e ao grande conhecimento biológico sobre a espécie (MANZONI; LACAVA, 1998; PEREIRA et. al.. 1998; MANZONI, 2001). A ostra do Pacífico possui uma maior distribuição natural em áreas mais protegidas (baías),

encontra-se, preferencialmente, aderidas a substratos rochosos podendo, contudo, ser encontradas em fundos lamosos ou de areia, em profundidades de até 40 metros (FAO, 2015).

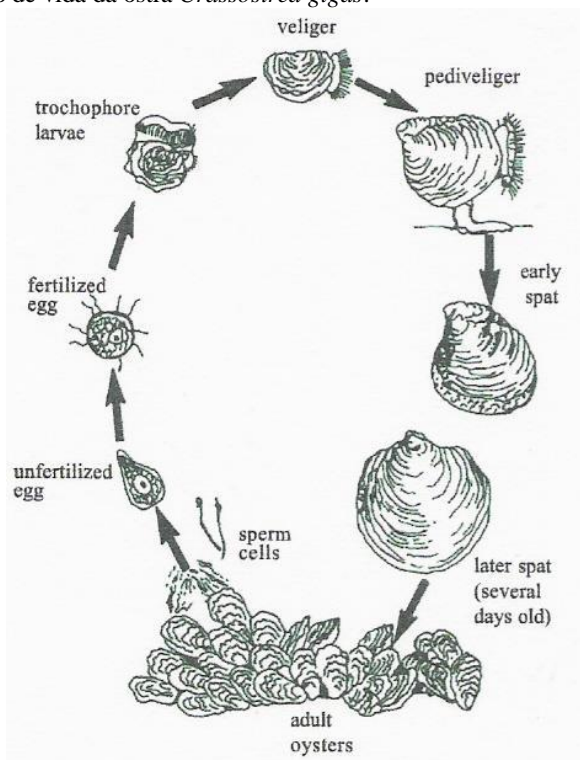
A espécie possui características fisiológicas com ampla faixa de tolerância para salinidade e temperatura (QUAYLE; NEWKIRIK, 1989). A faixa de salinidade ideal para o crescimento da espécie é entre 20 e 25, no entanto podem ser encontradas em salinidades abaixo de 10 e acima de 35. Em relação à temperatura há uma ampla faixa de tolerância, de 1,8 até 35°C, sendo a ideal entre 15 e 19°C (WALNE, 1979; SHATKIN et al., 1997; HIS et al., 1989; GOULLETQUER, 1995; FAO, 2015).

Por ser um molusco filtrador, alimenta-se de partículas em suspensão na água através de filtração branquial. Essas partículas que podem ser orgânicas, inorgânicas ou fitoplâncton, devido a uma corrente gerada por batimentos ciliares, são direcionadas até os palpos labiais, sendo selecionadas quimicamente e granulometricamente (RUPP, 1999; FURLAN, 2004).

A reprodução para o gênero *Crassostrea* (Figura 1) foi descrita por diversos pesquisadores (MANN, 1979; PERDUE, 1982; DINAMANI, 1987). São animais hermafroditas sequenciais, ou seja, um mesmo indivíduo matura as células reprodutivas masculinas e femininas. São classificadas como ovíparas o que significa que os gametas são liberados diretamente para o ambiente externo, onde ocorre a fertilização. (MANN, 1979; PERDUE, 1982; DINAMANI, 1987; RUIZ et al., 1992; STEELE; MULCAHY, 1999; RUOPP, 1999; VILLALBA et al., 2001; POLI, 2004; NORMAND et al., 2008; GOMES, 2009).

Os ovos fertilizados iniciam o seu desenvolvimento passando por quatro estágios larvais de natação livre, Troccófora, D-véliger, Umbonada e Pediveliger (Tabela 1). Após o desenvolvimento do pé, as larvas se aderem a um substrato para iniciarem a metamorfose. Nesse momento, as larvas estão aptas a sofrer metamorfose, um momento crítico em seu desenvolvimento, pois elevadas mortalidades ocorrem nesse período. Após a metamorfose, as larvas são consideradas sementes e não possuem mais vida livre (SARKIS; LOVATELLI, 2007).

Figura 1- Ciclo de vida da ostra *Crassostrea gigas*.



Fonte: Wallace et al., 2008

Tabela 1 – Estágios larvais, tamanho e idade da ostra do Pacífico

Estágio das larvas	Tamanho (micra)	Idade (dia)
Ovo-Trocófora	50	1
D-Véliger	55-70	1-6
Umbonada	71-249	7-14
Pediveliger	250-290	15-20
Pré-semente	291	Maior que 21

1.3 Histórico do cultivo de ostras no Brasil

Os primeiros trabalhos com ostras no Brasil datam de 1949, nessa ocasião, a pedido Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, foi analisado o potencial do cultivo de ostras em Cananéia (SP), entre 1930 e 1940 (BESNARD, 1949).

A partir da década de 70, no Brasil, é possível encontrar trabalhos expressivos sobre cultivo de moluscos bivalves. Wakamatsu (1973) na Baía de Santos (BA) e Cananéia (SP) e Absher (1989) em Paranaguá (PR), estabeleceram os princípios essenciais, práticos e conceituais para a ostreicultura. Nesse período também foram iniciadas pesquisas relacionadas ao cultivo da espécie *Crassostrea rhizophorae* (GUILDING, 1928) nos estados de Santa Catarina (SABRY; MAGALHÃES, 2005), Paraná (ABSHER, 1989), São Paulo (WAKAMATSU, 1973), Pernambuco (FERNANDES; LIMA, 1976; ANTUNES, 1978), Bahia (NASCIMENTO; LUNETTA, 1978; NASCIMENTO et al., 1980; NASCIMENTO, 1983; NASCIMENTO, 1998) e Ceará (MIRANDA; GUZENSKI, 1999).

Devido aos estudos com as ostras brasileiras verificou-se a possibilidade de importação de sementes de *Crassostrea gigas* (THUNBERG, 1793), espécie com pacote tecnológico de produção desenvolvido em outros países (OSTINI; POLI, 1989). No início da década de 70 e final da década de 1980, no Rio de Janeiro e em Santa Catarina, foram iniciados os estudos referentes à introdução de *C. gigas* para fins de cultivo por meio do desenvolvimento do projeto “Cabo Frio” (PROENÇA et al., 2001).

As primeiras importações da espécie foram de sementes oriundas da Inglaterra e foram para o Instituto de Pesquisa da Marinha de Cabo Frio – Rio de Janeiro (AKABOSHI, 1979). Posteriormente, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), através de seu laboratório de pesquisa, Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM), introduziu a *C. gigas* no litoral catarinense (COSTA et al., 1998). Devido as suas características e desempenho em cultivo, a espécie obteve resultados expressivos devido aos estímulos à produção e pesquisa (MANZONI; LACAVA, 1998; PEREIRA et. al.. 1998; MANZONI, 2001).

Santa Catarina é referência na produção e em pesquisas para o desenvolvimento da produção de moluscos, sendo esses resultados atribuídos principalmente às condições climáticas que favorecem a ocorrência do mexilhão *Perna perna*, ao cultivo da *C. gigas*, além dos incentivos às pesquisas realizado pelo Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e ao apoio dos projetos de extensão realizados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). A essas instituições se agregaram a Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), a Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) e a Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE), assim como empresas, ONGs,

associações e cooperativas, permitindo a ampliação do tripé pesquisa extensão produção, elevando o estado de Santa Catarina ao posto de maior produtor de moluscos cultivados do Brasil (FERREIRA; OLIVEIRA NETO, 2007; OSTRENSKY; BORGHETTI, 2007).

O LMM/UFSC tem atuado na produção de larvas e sementes de moluscos e atualmente é o único laboratório no Brasil a produzir, regularmente, sementes de Ostra do Pacífico, atendendo tanto à comunidade catarinense quanto aos outros estados brasileiros, como São Paulo, Paraná, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Rio Grande do Norte (OSTRENSKY; BORGHETTI, 2007).

No Nordeste e em outras regiões do litoral brasileiro a espécie *C. gigas* não se adaptou às condições climáticas. A alta temperatura da água nos locais de cultivo não permite o seu crescimento/sobrevivência. Nessas localidades em que não é possível o cultivo da Ostra do Pacífico, quando comparado às regiões em que a espécie se adaptou, há uma grande diferença entre desenvolvimento e tecnificação da atividade, principalmente pela falta de conhecimento técnico sobre as espécies nativas *Crassostrea rhizophorae* e *C. gasar* (PEREIRA et. al.. 1998; MANZONI, 2001).

No intuito de suprir essas deficiências técnicas, vários estudos estão sendo realizados com as espécies nativas do Brasil (PEREIRA et. al.. 1998; MANZONI, 2001; GOMES, 2009). Atualmente, há projetos em desenvolvimento com o objetivo de estimular e desenvolver a ostreicultura na região Nordeste (G1, 2013), um deles prevê a implantação de laboratórios para cultivo de sementes, melhoramento genético e estudos sobre técnicas de cultivo e produção das ostras nativas.

1.4 Obtenção de Sementes

Antes da introdução da Ostra do Pacífico em outros países as áreas naturais para obtenção de sementes da espécie eram restritas ao leste asiático (Japão, China e Coreia) (AKABOSHI, 1979). No Japão havia um desenvolvimento maior da indústria de sementes na baía de Sendai e na costa de Hiroshima, devido às condições econômicas e ambientais do local (KORRINGA, 1976). Contudo, com a introdução da espécie em outros países, atualmente é possível coletar as sementes no ambiente em outras localidades do mundo, alguns exemplos são: British Columbia (CAN), Pendrell Sound (CAN), Dabob Bay (USA), Willapa Bay (USA), Baía de Arcachon (FRA) entre outros. Nesses locais a

espécie estabeleceu populações e ciclo reprodutivo em ambiente natural (LAVOIE, 1985; HANKS, 1985; BONNET; TROADEC, 1985).

Em locais onde há disponibilidade, as sementes de ostras, para cultivo, são coletadas diretamente do meio ambiente com a utilização de coletores artificiais. Porém, com crescimento da ostreicultura, em alguns casos a demanda por sementes era maior do que a capacidade de fornecimento do ambiente natural, dessa forma pesquisas foram desenvolvidas com o objetivo de produzir formas jovens de ostras em laboratório (QUAYLE, 1980).

Desde a introdução da Ostra do Pacífico, no Brasil, na década de 1970, a reprodução e desenvolvimento das formas jovens sempre foram dependentes de laboratórios (GOMES, 1986; FERREIRA et al., 2006; FERREIRA et al., 2011). Estudos mais recentes feitos por Melo et al. (2009) apontam a presença de indivíduos da espécie em ambiente natural, no entanto, é um número ínfimo não suficiente para captação natural.

Neste contexto, para manter o crescimento da atividade, faz-se necessário aprimorar as técnicas de produção com inovação tecnológica. Exemplo disso é o desenvolvimento de tecnologias para produção mais eficiente e sustentável de sementes de moluscos em laboratório (FAO, 2014). A maioria dos laboratórios de produção no mundo estão migrando os sistemas de larvicultura estáticos para os sistemas de fluxo contínuo, por apresentarem uma série de benefícios, como o aumento da densidade de cultivo, a redução da área de produção do laboratório, a redução do período de larvicultura e o controle da qualidade de água (KING et al., 2004, SARKIS et al., 2006).

Contudo, em relação às pré-sementes ou sementes recém-assentadas, não houve incremento tecnológico relevante desde o surgimento da indústria na década de 1960 (MAGNESEN; JACOBSEN, 2012). As tecnologias utilizadas nos laboratórios de produção são as mesmas, adaptadas para as espécies de bivalves (HELM; BOURNE, 2004).

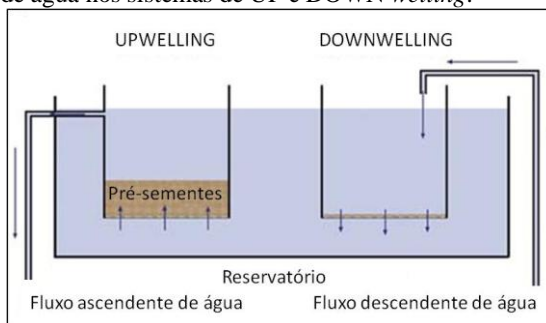
Segundo dados de Hatchery Culture of Bivalves (2004), a entrega de larva-olhada e sementes com diferentes tamanhos dependerá da interação do laboratório de produção e as preferências da indústria de engorda de ostra local. A entrega de larvas olhadas de Ostra do Pacífico para o assentamento remoto em fazendas de ostras é uma prática comum na costa Oeste da América do Norte. Contudo, no Brasil, essa prática não é adotada para *C. gigas*.

Outra modalidade é o fornecimento de pré-sementes. Em países com a indústria de produção de moluscos bivalves mais tecnificadas a

comercialização é de sementes recém-assentadas, com tamanho médio de concha entre 3 a 4 milímetros. Contudo, os laboratórios priorizam fornecer pré-sementes no menor tamanho possível, devido aos elevados custos de produção, principalmente, em condições controladas (HELM; BOURNE, 2004).

O crescimento das pré-sementes, normalmente, ocorre em tanques de concretos ou fibra de vidro com grande volume e troca parcial ou troca total da água. A dinâmica do fluxo de água nos tanques pode ser denominada de *upwelling* ou *downwelling*, a diferença entre *up* e *downwelling* é somente o sentido do fluxo de água. O primeiro consiste em um fluxo ascendente, já o segundo o fluxo é descendente (Figura 2). A partir de determinado tamanho da pré-semente, adota-se somente o sistema *upwelling*, para promover melhor circulação da água e uma porcentagem menor de zonas anóxicas dentro dos cilindros de cultivo (HELM; BOURNE, 2004).

Figura 2- Fluxo de água nos sistemas de UP e DOWN *welling*.



Fonte: Adaptado de Helm e Bourne, 2004.

O sistema *upwelling* é adotado na maioria dos laboratórios de produção de sementes de ostras, por levar a resultados expressivos como a baixa taxa de mortalidade, o crescimento rápido e os protocolos de produção bem estruturados, no entanto, ocupam grandes áreas dos laboratórios e demandam muita mão de obra (WALLACE, 2008).

Além do sistema de *up/downwelling*, a produção de pré-sementes pode ser efetuada em sistema de leito fluidizado. O sistema supracitado foi descrito por Fritz Winkler em 1921 em um processo de gaseificação. Desde então, a tecnologia de fluidização tem sido utilizada de forma crescente nos mais diferentes processos, envolvendo sólidos particulados, nesse caso as pré-sementes (MOURA et al., 2011).

A fluidização de um sólido por um líquido consiste em manter contato entre duas ou mais fases físicas distintas de composição química diferente. Quando o leito opera com sólidos mais densos que a água, as velocidades são iguais à velocidade de sustentação da partícula (PONCELET et al. 1985). Em síntese, o sistema de leito fluidizado consiste na produção de sementes em alta densidade com fluxo de água e alimentação controladas, mantendo os bivalves em suspensão. Todo material excretado pelas pré-sementes de ostras são direcionados para fora do cultivo, priorizando a qualidade de água. Com a utilização dessa tecnologia é possível maximizar a produção, utilizando volumes de cultivo menores e, conseqüentemente, reduzindo o tempo de manejo, além de reduzir o volume de água utilizado.

Ver e Wang (1995) e Pfeiffer e Rusch (2000) conseguiram bons resultados ao testarem o crescimento e sobrevivência de sementes de *Crassostrea virginica* e *Mercenaria mercenaria*, respectivamente, em sistema de leito fluidizado (*fluidized bed nursey system*). Ambas as produções foram feitas em densidade elevada com fluxo de água ascendente.

Um sistema similar utilizando o sistema de leito fluidizado em conjunto com viveiro de camarões, foi testado e utilizado para produção de sementes de *Crassostrea virginica* (WANG; JAKOB, 1991). Neste estudo os animais atingiram tamanho comercial com 6 a 12 meses de cultivo.

Neste sentido, o presente estudo comparou o crescimento, a sobrevivência e o consumo de alimento de diferentes tamanhos de sementes da ostra do Pacífico em sistema de leito fluidizado e *upwelling*. Para o sistema de leito fluidizado, também, foram comparadas densidades de cultivo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Comparar a tecnologia de cultivo de semente de ostra, *upwelling*, com o cultivo em sistema de leito fluidizado durante a produção de sementes de ostra da espécie *C. gigas*.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o crescimento e a sobrevivência das sementes de ostras nos sistemas;
- Avaliar a influência da densidade sobre o crescimento e sobrevivência das sementes no sistema de leito fluidizado.

***Esse artigo está formatado de acordo com as normas de publicação do Instituto de Pesca**

CULTIVO PRÉ-SEMENTES DE OSTRA EM SISTEMAS DE LEITO-FLUIDIZADO E *UPWELLING*

Diego CHIERIGHINI¹, Francisco José LAGREZE-SQUELLA¹,
Francisco Carlos da SILVA¹,
Patrick Rafael DYBAS¹, Claudio Manoel Rodrigues de MELO^{1*}

1- Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Laboratório de Moluscos Marinhos. Rua Beco dos Coroas, 503, Barra da Lagoa, CEP: 88061-600, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
e-mail de contato: claudio.melo@ufsc.br

RESUMO

O estudo avaliou o efeito da densidade de cultivo de pré-sementes de ostras do Pacífico (*Crassostrea gigas*) sobre o crescimento, sobrevivência e o consumo de alimento em sistema de leito fluidizado e *upwelling*. No primeiro experimento avaliaram-se quatro densidades: 2.438,61, 4.877,21, 7.315,82 e 9.754,43 pré-sementes cm² em sistemas de leito fluidizado, obtendo-se melhores resultados para densidade de 4.877,96 de pré-sementes cm² com crescimento volumétrico de até 1316% em oito dias de cultivo. O segundo experimento comparou os dois sistemas e diferentes tamanhos de pré-sementes ($1.032,28 \pm 147,82$, $1.366,89 \pm 142,47$ e $1.659,63 \pm 181,73$ µm), sendo que não houve diferença estatística para sobrevivência entre o leito fluidizado ($96,09 \pm 1,54\%$) e *upwelling* ($95,31 \pm 3,56\%$) e consumo de alimento. Em relação ao crescimento, o sistema de *upwelling* foi superior ao sistema de leito fluidizado, todavia, ambos os sistemas mostraram-se eficientes para o cultivo.

Palavras-chave: Hatchery; crescimento; sobrevivência; densidade; *Crassostrea gigas*.

ABSTRACT

This study evaluated the effect of spat density culture of Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) on growth, survival and food intake in upwelling fluidized bed systems. In the first experiment, four densities were evaluated: 2,438.61, 4,877.21, 7,315.82 e 9,754.43 of spat cm² in fluidized systems, obtaining better results in density 4,877.96 spats cm² with volumetric growth of up to 1,316% after eight days. The second experiment compared the two systems and different spat sizes ($1,032.28 \pm 147.82$, $1,366.89 \pm 142.47$ and $1,659.63 \pm 181.73$ μm), and there was no statistical difference in survival between fluidized system ($96.09 \pm 1.54\%$) and upwelling ($95.31 \pm 3.56\%$) and food consumption. The upwelling system was superior to the fluidized system; however, both systems were cultivation effective.

Keywords: Hatchery, growth, survival, density, *Crassostrea gigas*.

1. INTRODUÇÃO

Popularmente conhecida como “ostra japonesa” ou “ostra do Pacífico”, *Crassostrea gigas* (THUNBERG, 1975) nativa do leste asiático (Japão, China e Coréia) (AKABOSHI, 1979), é amplamente cultivada no mundo inteiro, sendo considerada a espécie mais cultivada na aquicultura. Tal fato se dá devido a sua ampla tolerância às condições ambientais, seu rápido crescimento e o grande conhecimento biológico sobre a espécie (MANZONI; LACAVA, 1998; PEREIRA et. al., 1998; MANZONI, 2001).

Em locais onde há disponibilidade, as sementes de ostras são coletadas diretamente do meio ambiente com a utilização de coletores artificiais. Porém, com crescimento da ostreicultura, por vezes a demanda por sementes passou a ser maior do que a capacidade de fornecimento do ambiente natural, dessa forma, pesquisas foram desenvolvidas para produção de formas jovens de ostras em laboratório (QUAYLE, 1980).

Desde a introdução da ostra do Pacífico no Brasil, na década de 1970, a reprodução e desenvolvimento das formas jovens sempre foi dependente de laboratórios (GOMES, 1986; FERREIRA et al., 2006; FERREIRA et al., 2011). Estudos mais recentes (Melo et al., 2009) encontraram a espécie em ambiente natural, no entanto é um número ínfimo de indivíduos não suficiente para coleta natural de sementes.

Entre os estados da Federação Brasileira, Santa Catarina é destaque no cenário nacional na produção de moluscos bivalves, com cerca de 90% da produção brasileira de cultivo (CAVALLI; FERREIRA, 2010). No ano de 2014 a produção catarinense teve um crescimento de aproximadamente 13%, quando comparada ao ano anterior. Se analisarmos apenas a produção de *Crassostrea gigas*, (Thunberg, 1793), houve um crescimento de 25,17%, sendo considerado um recorde na produção nacional (SANTA CATARINA, 2015).

Dentre os fatores que contribuem para desenvolvimento da produção de moluscos em Santa Catarina podem-se citar as condições climáticas, as quais permitem a ocorrência do mexilhão *Perna perna*, e o cultivo da *C. gigas*; a presença de centros de pesquisas, como o Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); e o apoio dos projetos de extensão realizados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). A essas instituições, se agregaram a Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), a Universidade do Sul de Santa Catarina

(UNISUL) e a Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE), assim como empresas, ONGs, associações e cooperativas, permitindo a ampliação do tripé pesquisa, extensão e produção, elevando o estado ao posto de maior produtor de moluscos cultivados do Brasil (FERREIRA; OLIVEIRA NETO, 2006; OSTRENSKY; BORGHETTI, 2007).

Atualmente o LMM é o principal produtor de sementes de ostras do pacífico (*Crassostrea gigas*), e utiliza sistemas *upwelling*, com tanques de 1500 litros que exigem trocas de água, limpeza e alimentação diárias. O sistema de *upwelling* ocupa um grande espaço em relação à capacidade de produção e armazenamento de pré-sementes de ostras, além de exigir uma grande dedicação por parte dos técnicos e funcionários do laboratório (WALLACE et al, 2008). Neste sistema, o crescimento das pré-sementes ocorre em tanques de concretos ou fibra de vidro com a dinâmica da água em fluxo ascendente, promovendo melhor circulação da água e uma porcentagem menor de zonas anóxicas dentro dos cilindros de cultivo (HELM; BOURNE, 2004).

Além do sistema de *upwelling*, a produção de pré-sementes pode ser executada em sistema de leito fluidizado. Esse sistema foi descrito por Fritz Winkler em 1921, em um processo de gaseificação. Desde então, a tecnologia de fluidização tem sido utilizada de forma crescente nos mais diferentes processos, envolvendo sólidos particulados, como, as pré-sementes (MOURA et al., 2011).

A fluidização de um sólido por um líquido consiste em manter contato entre duas ou mais fases físicas distintas, de composição química diferente. Quando o leito opera com sólidos mais densos que a água, as velocidades são iguais à velocidade de sustentação da partícula (PONCELET, et al., 1985).

Em síntese, o sistema de leito fluidizado para cultivo de pré-sementes consiste na produção das mesmas em alta densidade com fluxo de água e alimentação controladas, mantendo-as em suspensão. Todo material excretado pelas pré-sementes de ostras é direcionado para fora do cultivo, mantendo a qualidade de água. Com a utilização dessa tecnologia é possível maximizar a produção utilizando volumes de cultivo menores e, conseqüentemente, reduzindo o tempo de manejo, além de reduzir o volume de água utilizado (VER; WANG, 1995).

Nesse contexto, o presente estudo analisou o crescimento, a sobrevivência e o consumo de alimento para diferentes tamanhos da semente de *C. gigas*, por meio da comparação entre os sistemas de leito fluidizado e *upwelling*. Para o sistema de leito fluidizado, ainda, foram avaliadas densidades de cultivo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas pré-sementes de *Crassostrea gigas* obtidas em desova no LMM. As sementes foram separadas em cinco diferentes classes de tamanhos: menores de 390 µm, de 391 a 500 µm, de 501 a 710 µm, de 711 a 1000 µm e maiores que 1000 µm. Três amostras de 0,2 mL foram retiradas de cada classe de tamanho e contadas manualmente para obtenção do número médio de sementes por mililitro. A avaliação do tamanho foi feita através da lupa óptica Luxeo 4D Digital Microscope LABOMED®, medindo a altura das sementes a partir do umbo, com auxílio do Software Píxel Pro versão 2.7.0.0. Para a avaliação a altura amostras de 150 sementes foram tomadas aleatoriamente de cada unidades experimental.

2.1 Local do estudo

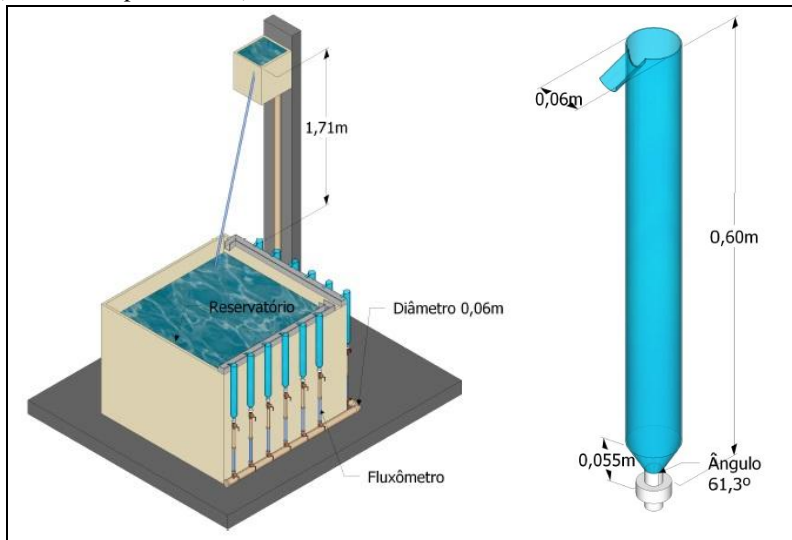
Os experimentos foram realizados no Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM), do Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina (LMM/CCA/UFSC) (23°37'S e 48°27'W).

2.2 Sistemas

2.2.1 Sistema de leiteo fluidizado com volume de 1.260 ML

O sistema de leiteo fluidizado (Figura 3) foi composto por um tanque de 2500 litros (caixa de recirculação e caixa de alimentação), responsável pelo armazenamento da água e do alimento; 12 tanques de formato cilindro-cônico (unidade de cultivo) com diâmetro de 60 mm e altura de 600 mm com volume útil de 1.260 mL; 12 fluxômetros; e 1 bomba hidráulica para promover a recirculação da água no sistema.

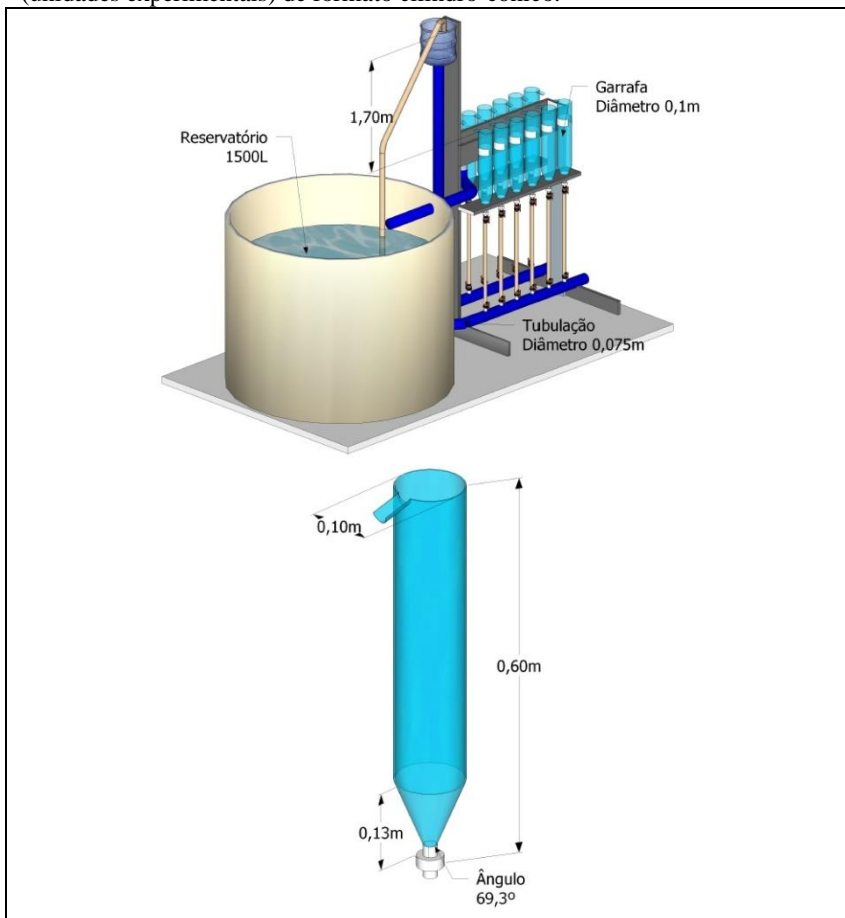
Figura 3 – Esquema do sistema de leito fluidizado e detalhamento dos tanques (unidades experimentais) de formato cilindro-cônico.



2.2.2 Sistema de leito fluidizado com volume de 3.930 ML

O sistema de leito fluidizado (Figura 4) com volume útil total de 1500 litros foi composto por um tanque circular (caixa de recirculação e caixa de alimentação), responsável pelo armazenamento da água e do alimento; nove tanques de formato cilindro-cônico (unidade de cultivo) com diâmetro de 100 mm, altura de 600 mm e volume útil de 3.930 mL; um fluxômetro e uma bomba hidráulica, para promover a recirculação da água no sistema.

Figura 4 - Esquema do sistema de leito fluidizado e detalhamento dos tanques (unidades experimentais) de formato cilindro-cônico.

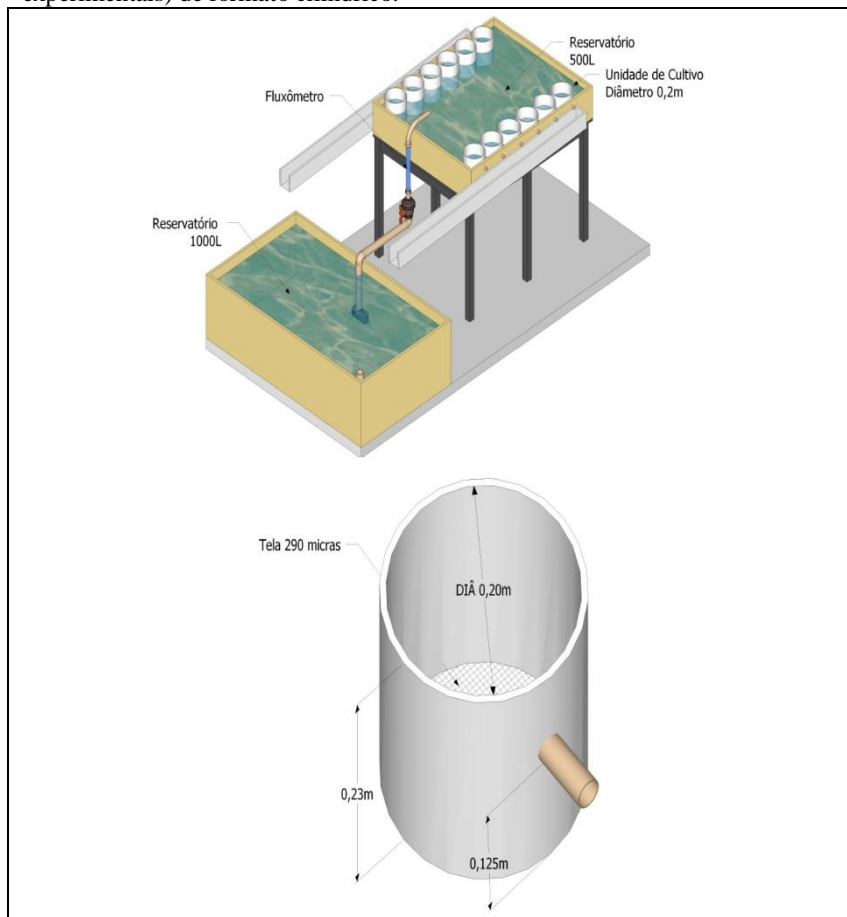


2.2.3 Sistema de Upwelling (UW)

O sistema de *upwelling* (Figura 5) com volume útil total de 1500 litros foi composto por um tanque retangular de 1000 litros e uma calha de 500 litros (caixas de recirculação e caixa de alimentação), responsável pelo armazenamento da água e do alimento; nove tanques de formato cilíndrico (unidade de cultivo) alocados na calha de 500 litros com diâmetro de 200 mm e altura de 125,1 mm com volume útil

de 3.930 mL, um fluxômetro e uma bomba hidráulica, para promover a recirculação da água no sistema.

Figura 5 - Esquema do sistema UW e detalhamento dos tanques (unidades experimentais) de formato cilíndrico.



2.3 Manejo dos Sistemas

Diariamente, durante todo o período experimental, foi feita a troca de água de todo sistema, limpeza das estruturas com água doce e ofertado, no período da manhã, um “mix” de algas composto por *Chaetoceros muelleri* e *Isochrysis galbana* na proporção de 1:1.

2.4 Análises físico-químicos da água

Os parâmetros físico-químicos de oxigênio dissolvido, saturação do oxigênio dissolvido, pH, salinidade e compostos nitrogenados foram coletados diariamente. Com exceção do oxigênio dissolvido e sua saturação, que foram mensurados em todas as unidades experimentais e na caixa de recirculação do sistema, os outros foram coletados apenas no reservatório. A temperatura foi medida duas vezes ao dia, antes e após a troca de água no reservatório.

O oxigênio dissolvido, saturação do oxigênio dissolvido e a temperatura foram mensurados por meio do oxímetro (YSI®, modelo 55). O pH foi quantificado com pHmetro de bancada (ALFAKIT®, modelo AT-350), a salinidade com refratômetro manual (KASVI®, modelo K52-100) e os compostos nitrogenados, nitrogênio amoniacal e nitrito, foram quantificados mediante teste para água salgada da *Red Sea*®.

2.5 Efeito da densidade em sistema de Leito Fluidizado

Para o teste do efeito da densidade em sistema de leito fluidizado foi utilizado o sistema descrito no item 2.2.1 Sistema de leito fluidizado com volume de 1.260 ML, a vazão do sistema foi ajustada de acordo com a necessidade mínima para manter o leito fluidizado, iniciando com 50 litros por hora (dia 0 ao dia 3), posteriormente 60 litros por hora (dia 4 ao dia 6) e finalizando com 70 litros por hora (dia 6 ao dia 8).

2.5.1 Delineamento experimental

Foi utilizado um delineamento inteiramente ao acaso com quatro tratamentos em triplicata, tendo duração de oito dias. Para o experimento foram utilizadas 2.068.500 de um total de 5.516.000 sementes retidas na peneira com malha de 390 μm , com tamanho inicial de $665,70 \pm 148,04 \mu\text{m}$ e com $1.379 \pm 25,94$ sementes para cada $0,2 \text{ mL}^{-1}$. Aleatoriamente, as sementes foram distribuídas nas unidades experimentais, conforme os tratamentos (Tabela 2).

No experimento foi avaliado o crescimento do volume total de sementes e o consumo de oxigênio, como segue:

Crescimento Volumétrico = $[(V_f - V_o)/V_o] \times 100$;

Consumo de Oxigênio = $O_e - O_s$;

Vf = Volume Final;

Vo = Volume Inicial;

Oe = Oxigênio entrada;

Os = Oxigênio saída.

Tabela 2 – Tratamentos utilizados em sistema de leito fluidizado

TRATAMENTO	VOLUME DE SEMENTES (mL)	DENSIDADE (pré-sementes por cm ²)
T10ML	10	2.438,61
T20ML	20	4.877,21
T30ML	30	7.315,82
T40ML	40	9.754,43

2.5.2 Alimentação

Foi ofertado *ad libitum* uma vez ao dia, no período da manhã, um “mix” de algas composto por *Chaetoceros muelleri* e *Isochrysis galbana* na proporção de 1:1 conforme. Ao longo do experimento a quantidade de algas ofertadas foi aumentada gradativamente de modo que sempre fosse possível encontrar algas no tanque.

Tabela 3. Ao longo do experimento a quantidade de algas ofertadas foi aumentada gradativamente de modo que sempre fosse possível encontrar algas no tanque.

Tabela 3 – Número de células de alga ofertadas diariamente no experimento de efeito da densidade em sistema de leito fluidizado

Dia	Número de células de alga	Dia	Número de células de alga
0	392,62 x 10 ⁹	4	526,00 x 10 ⁹
1	472,50 x 10 ⁹	5	619,38 x 10 ⁹
2	493,75 x 10 ⁹	6	681,63 x 10 ⁹
3	525,00 x 10 ⁹	7	693,92 x 10 ⁹

2.6 Comparação da tecnologia de cultivo de semente de ostra, *upwelling*, com o cultivo em sistema de leito fluidizado.

Para o teste comparativo entre as tecnologias foram utilizados os sistemas descritos no item 2.2.2 Sistema de leito fluidizado com volume de 3.930 e no item 2.2.3 Sistema de *Upwelling*. A vazão para os sistemas foi ajustada de acordo com a necessidade mínima para manter o leito fluidizado, iniciando com 100 litros por hora (dia 0 ao dia 4), posteriormente 130 litros por hora (dia 5 ao dia 10) e finalizando com 150 litros por hora (dia 10 ao dia 14).

2.6.1 Delineamento experimental

Foi utilizado delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial com dois fatores, sendo um fator o sistema de cultivo (leito fluidizado e *upwelling*) e o outro fator a tamanho médio das sementes (500 μm , 710 μm e 1000 μm) em triplicata, tendo duração de quatorze dias. Para o experimento foram utilizadas 4.000.500 sementes com tamanho médio de $1.032,28 \pm 147,82 \mu\text{m}$ e com $889,00 \pm 16,06$ sementes para cada $0,2 \text{ mL}^{-1}$, de um total de 6.312.430,00 sementes retidas na peneira com malha de 500 μm , 2.374.500,00 sementes com tamanho de $1.366,89 \pm 142,47 \mu\text{m}$ e com $527,670 \pm 46,63$ sementes para cada $0,2 \text{ mL}^{-1}$, de um total de 3.142.300,00 sementes retidas na peneira com malha de 710 μm e 2.474.500,00 sementes com tamanho de $1.659,63 \pm 181,73 \mu\text{m}$ e com $327,67 \pm 2,49$ sementes para cada $0,2 \text{ mL}^{-1}$ de um total de 2.000.130,00 sementes retidas na peneira com malha de 1000 μm conforme Tabela 4.

No experimento foram avaliados os seguintes parâmetros:

Crescimento Volumétrico = $[(V_f - V_o)/V_o] \times 100$

Crescimento Altimétrico = $[(A_f - A_o)/A_o] \times 100$

Consumo de Alimento = $([E_a] - [S_a]) \times Q$

Sobrevivência = $[(N_o - N_f)/N_o] \times 100$

V_f = Volume Final [mL]

V_o = Volume Inicial [mL]

A_f = Altura Final [μm]

A_o = Altura Inicial [μm]

[Ea] = Concentração de entrada de alimento [CEL.. L^{-1}]

[Ea] = Concentração de saída de alimento [CEL.. L^{-1}]

Q = Vazão do Sistema [$L.H^{-1}$]

Nf = Número Final de Sementes

Ni = Número Inicial de Sementes

Tabela 4 - Tratamentos do experimento de comparação da tecnologia de cultivo de semente de ostra, *upwelling* (TU), com o cultivo em sistema de leito fluidizado (TL)

Tratamento	Volume de semente	Tamanho Malha peneira (μm)	Densidade (pré-sementes por cm^2)
TL500	150 mL	500	8.489,32
TL710		710 μm	5.038,85
TL1000		1000	3.128,99
TU500		500	2.122,33
TU710		710	1.259,71
TU1000		1000	782,24

2.6.2 Alimentação

Durante o experimento foi ofertado uma vez ao dia $633,60 \times 10^9 \pm 0,74$ células de alga, no período da manhã, um “mix” de algas composto por *Chaetoceros muelleri* e *Isochrysis galbana* na proporção de 1:1.

2.7 Análise estatística

2.7.1 Efeito da densidade em sistema de Leito Fluidizado

Para análise dos dados foi verificada a homogeneidade das variâncias e a normalidade da distribuição dos dados. Foi feita a análise de variância de um fator (ANOVA) e, posteriormente, realizado o teste de comparação de médias, segundo Tukey, com nível de significância de 5% ($P < 0,05$).

2.7.2 Comparação da tecnologia de cultivo de semente de ostra, *upwelling*, com o cultivo em sistema de Leito Fluidizado.

Os sistemas e a densidade de cultivo forma comparados usando análise de variância de dois fatores. Quanto houve diferença entre os tratamentos utilizou-se o teste para comparação de médias, ao nível de significância de 5% ($P < 0,05$).

3 RESULTADOS

3.1 Efeito da densidade em sistema de Leito Fluidizado

3.1.1 Parâmetros físico-químicos da água

A temperatura média mínima do sistema durante o período experimental foi de $25,9 \pm 0,48^\circ\text{C}$ e a temperatura média máxima de $26,97 \pm 0,44^\circ\text{C}$, resultando em uma oscilação média diária de $1,07 \pm 0,51^\circ\text{C}$. A salinidade média da água fornecida às sementes no decorrer do experimento foi de $33,61 \pm 0,48$. Para o oxigênio dissolvido e sua saturação (Tabela 5), houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo T40mL diferente de T10mL, T20mL e igual a T30mL, sendo este último diferente de T10mL.

Tabela 5 - Oxigênio dissolvido e seu consumo médio por tratamento.

Tratamentos	OD (mg L^{-1})	Consumo médio de OD (mg L^{-1})
Tanque de Recirculação ^a	$5,81 \pm 0,17$	-
T10ML ^b	$5,43 \pm 0,13$	$0,41 \pm 0,13$
T20ML ^{b,c}	$5,21 \pm 0,22$	$0,63 \pm 0,23$
T30ML ^{c,d}	$5,06 \pm 0,23$	$0,78 \pm 0,25$
T40ML ^d	$4,91 \pm 0,15$	$5,43 \pm 0,13$

Tratamentos = Tn; n=desidade de cultivo do tratamento; oxigênio dissolvido= OD. Letras diferentes, na coluna, indica diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

O valor médio de pH durante o período experimental foi de $8,03 \pm 0,09$, os compostos nitrogenados, de acordo com as metodologias utilizadas a partir de testes para água salgada *da Red Sea®*, não foram detectados, permanecendo sempre na escala mínima dos testes.

3.1.2 Crescimento volumétrico

No experimento com sementes de tamanho inicial de $665,70 \pm 148,04 \mu\text{m}$ e densidades de 2.438,61 pré-sementes por cm^2 (T10ML), 4.877,21 pré-sementes por cm^2 (T20ML), 7.315,82 pré-sementes por cm^2 (T30ML) e 9.747,43 pré-sementes por cm^2 (T40ML) foram detectadas diferenças estatísticas em relação ao crescimento volumétrico, conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Crescimento volumétrico de pré-sementes de ostras cultivadas em diferentes densidades

Tratamento	Volume Inicial (mL)	0 - 4 Dias		4 - 8 Dias		0 - 8 Dias	
		Volume (mL)	Crescimento Volumétrico (%)	Volume (mL)	Crescimento Volumétrico (%)	Volume (mL)	Crescimento Volumétrico (%)
T10ML	10	27,00 $\pm 1,00$	170 ^a	107,67 $\pm 6,81$	298,77 ^b	107,67 $\pm 6,81$	976,67 ^b
T20ML	20	55,00 $\pm 2,00$	175 ^a	283,33 $\pm 2,89$	415,15 ^a	283,33 $\pm 2,89$	1316,65 ^a
T30ML	30	71,33 $\pm 1,53$	137,78 ^b	208,33 $\pm 10,41$	192,06 ^c	208,33 $\pm 10,41$	594,43 ^c
T40ML	40	111,00 $\pm 3,61$	177,5 ^a	245,33 $\pm 5,00$	120,72 ^d	245,33 $\pm 5,00$	513,33 ^c

Tratamentos com letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

3.2 Comparação da tecnologia de cultivo de sementes de ostra

3.2.1 Parâmetros físico-químicos da água

Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os sistemas, *upwelling* e leito fluidizado (Tabela 7), obtendo uma temperatura média mínima durante o período experimental de $23,23 \pm 0,32^\circ\text{C}$ e $23,29 \pm 0,43^\circ\text{C}$ e a temperatura média máxima de $24,74 \pm 0,43^\circ\text{C}$ e $24,83 \pm 0,54^\circ\text{C}$ respectivamente para o sistema *upwelling* e leito fluidizado

resultando em uma oscilação média diária de $1,51 \pm 0,23^{\circ}\text{C}$ para o sistema *upwelling* e $1,53 \pm 0,28^{\circ}\text{C}$ para o sistema de leito fluidizado.

A salinidade média da água fornecida às sementes no decorrer do experimento foi de $33,70 \pm 0,53$, para o sistema *upwelling* e $33,73 \pm 0,55$ para o sistema de leito fluidizado. O oxigênio dissolvido e sua saturação nos tanques de recirculação foi de $5,84 \pm 0,20\text{mg.L}^{-1}$, $88,34 \pm 2,97\%$ para o sistema *upwelling* e $5,91 \pm 0,19\text{mg.L}^{-1}$, $89,38 \pm 2,89\%$ para o sistema de leito fluidizado.

O valor médio de pH durante o período experimental foi de $8,04 \pm 0,11$, para o sistema *upwelling* e $8,03 \pm 0,08$ para o sistema de leito fluidizado, os compostos nitrogenados, de acordo com as metodologias utilizadas a partir de testes para água salgada *da Red Sea®*, não foram detectados, permanecendo sempre na escala mínima dos testes.

Tabela 7 – Média e desvio padrão de parâmetros de qualidade de água sistema de *upwelling* e leito fluidizado

Sistema <i>upwelling</i>					Sistema leito fluidizado					
				Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	Saturação do Oxigênio (%)				Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	Saturação do Oxigênio (%)
			Salinidade						Salinidade	

3.2.2 Consumo de alimento

Apesar da vazão da água ser igual nos dois sistemas, 150 L.h^{-1} , ela se difere na velocidade. Devido à área das unidades de cultivo, o fluxo de água foi de $0,09 \text{ cm.s}^{-1}$ (dia 0 ao dia 4), $0,11 \text{ cm.s}^{-1}$ (dia 5 ao dia 10) e $0,13 \text{ cm.s}^{-1}$ (dia 10 ao dia 14) para o sistema *upwelling* e $0,35 \text{ cm.s}^{-1}$ (dia 0 ao dia 4), $0,46 \text{ cm.s}^{-1}$ (dia 5 ao dia 10) e $0,53 \text{ cm.s}^{-1}$ (dia 10 ao dia 14) para o sistema de leito fluidizado.

Durante os quatro dias experimentais não houve diferença estatística em relação ao consumo de alimentos entre os sistemas, somente entre os tratamentos. Os tratamentos com as sementes de maior

tamanho consumiram mais alimento do que os tratamentos com as sementes de menor tamanho (Tabela 8).

Tabela 8 - Consumo médio de células de microalgas por hora no sistema de *upwelling* (TU) e leito fluidizado (LF)

Tratamento	Consumo médio de células de micro algas por hora (10^9)			
	Dia 0	Dia 1	Dia 2	Dia 3
FL500 ^c	21,86 \pm 3,47	21,74 \pm 0,29	26,05 \pm 0,89	26,49 \pm 0,60
FL710 ^b	27,99 \pm 7,69	28,81 \pm 6,45	32,43 \pm 5,35	30,56 \pm 4,12
FL1000 ^a	35,56 \pm 0,82	37,06 \pm 0,50	40,74 \pm 0,22	39,31 \pm 0,82
TU500 ^c	21,18 \pm 0,71	23,05 \pm 1,59	26,30 \pm 0,47	26,36 \pm 0,50
TU710 ^b	27,24 \pm 4,98	25,43x \pm 3,44	27,62 \pm 0,78	28,93 \pm 1,92
TU1000 ^a	34,06x \pm 0,38 ⁹	32,87 \pm 1,03	34,87 \pm 0,47	35,68 \pm 0,92

Tratamentos com letras iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

3.2.3 Sobrevivência

Não houve diferença significativa na sobrevivência quando se comparou os sistemas e os tratamentos (Tabela 9). O número inicial de pré-sementes foi de 7.849.500 sendo obtidas, no final do experimento, 7.512.033 pré-sementes, resultando em uma taxa de sobrevivência média de 95,48% \pm 2,77%.

Tabela 9 – Taxa de sobrevivência das pré-sementes no sistema de *upwelling* (TU) e leito fluidizado (LF)

Tratamento	Número de pré-sementes		Sobrevivência média (%)	
	Inicial	Final	Tratamento	Sistema
TL 500 ^a	2.000.250	1.905.916,67	95,28 \pm 0,96	
TL 710 ^a	1.187.250	1.148.433,33	96,73 \pm 0,91	96,09 \pm 1,54
TL1000 ^a	737.250	716.933,33	97,24 \pm 2,15	
TU 500 ^a	2.000.250	1.959.816,67	97,98 \pm 0,65	
TU 710 ^a	1.187.250	1.091.166,67	91,91 \pm 4,54	95,31 \pm 3,56
TU1000 ^a	737.250	689.766,67	93,56 \pm 0,38	
Total	7.849.500	7.512.033		

Tratamentos com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

3.2.4 Crescimento

O crescimento altimétrico e volumétrico no sistema de *upwelling* se mostrou superior em todos os tratamentos quando comparado ao sistema de leito fluidizado (Tabela 10). Entre os tratamentos do sistema *upwelling* (TU1000, TU710 e TU500) não houve diferença estatística, entretanto entre os tratamentos de sistema de leito fluidizado, o TL1000 levou a resultados significativamente superiores aos obtidos nos tratamentos TL710 e TL500.

Tabela 10 - Taxa de crescimento volumétrico e altimétrico dos sistemas de *upwelling* e leito fluidizado

Sistema	Tratamento	Inicial		Final (14 dias)		Taxa de crescimento média (%)	
		Tamanho (μm)	Volume (mL)	Tamanho (μm)	Volume (mL)	Altimétrico	Volumétrica
Leito Fluidizado ^b	TL 500 ^b	1.032,63 ±149,28	150	1.344,10 ±217,47	293,33 ±5,77	30,16±3,6 9	95,56±3,85
	TL 710 ^b	1.363,55 ±142,60	150	1.778,18 ±237,95	296,66 ±5,77	30,41±4,7 5	97,78±3,84
	TL1000 ^a	1.653,32 ±178,55	150	2.252,22 ±319,94	386,66 ±15,27	43,92±2,3 2	157,78±10,18
<i>Up Welling</i> ^a	TU500 ^a	1.032,63 ±149,28	150	1.822,42 ±346,43	460,00 ±10,00	76,48±5,5 7	206,67±6,6 7
	TU710 ^a	1.363,55 ±142,60	150	2.113,68 ±343,59	433,33 ±25,16	55,01±7,2 2	188,89±16,77
	TU1000 ^a	1.653,32 ±178,55	150	2.725,07 ±419,94	446,66 ±11,54	78,60±7,7 0	197,78±7,6 9

4 DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros físico-químicos da água

Em ambos os experimentos os parâmetros físico-químicos da água ficaram dentro da normalidade. Segundo Shatkin et al. (1997), His et al. (1989) e Goulletquer (1995), o crescimento de *C. gigas* pode ocorrer a temperaturas de 5-35 °C e salinidade de 10-35, portanto, seu crescimento não foi prejudicado devido a esses parâmetros.

O valor crítico de oxigênio dissolvido para organismos aquáticos, segundo Boyd (1990) é de 1,5 mg L⁻¹, segundo os autores valores abaixo desse reduzirá o crescimento dos animais. Hicks e Macmahon, (2002) observaram uma redução no consumo de alimentos em *Perna perna* submetidos a longos períodos de hipóxia. Segundo Bougruer et al. (1995), a faixa ideal para o cultivo de *C. gigas* depende principalmente de dois fatores: temperatura e o peso da ostra, sendo que esses fatores são correlacionados, quanto maior a temperatura e peso maior será o consumo de oxigênio. Outro ponto importante ressaltado pela pesquisa de Bougruer et al. (1995) é que a faixa ideal para temperatura média da água de 26°C está entre 2 e 3,5 mg.L⁻¹. Com base nestes resultados pode-se observar que o oxigênio dissolvido permaneceu dentro da faixa ideal entre $4,91 \pm 0,15$ e $5,43 \pm 0,13$ para o cultivo durante todo período experimental.

Outro fator importante observado no experimento do efeito da densidade no sistema de leito fluidizado foi o aumento do consumo do oxigênio dissolvido nos tratamento com maior densidade (Tabela 5), fato que pode estar associado a maior biomassa nos tratamento com maior densidade, pois, segundo Andreotolla et al. (2005) e Kubitzka (2012), quanto maior a biomassa no sistema maior será o consumo de oxigênio dissolvido.

De acordo com Magnesen e Jacobsen (2012), as pequenas variações (7,8 a 8,0) no pH da água não são significantes para os moluscos. Morales (1986) relatou que os limites toleráveis de pH pela espécie *C. gigas* é entre 6,7 e 8,7. No presente estudo foram verificadas pequenas variações no pH de aproximadamente 0,11 graus, corroborando com os dados supracitados.

Devido a ausência de compostos nitrogenados não haveria a necessidade de efetuar troca total de água diariamente em experimentos com sementes de *C. gigas*. Alguns pesquisadores obtiveram melhores resultados com a utilização de trocas de água em intervalos entre 48h até

72h, para *C. gigas* (HELM; MILLICAN, 1997; IBARRA et al., 1997; LABARTA et al., 1999; DOROUDI; SOUTHGATE, 2000; DOROUDI et al., 2002; THOMPSON et al., 1996, ANTONIO, 2007).

4.2 Efeito da densidade em sistema de Leito Fluidizado

4.2.1 Crescimento volumétrico

De acordo com o resultado do experimento, é possível observar que dentre as densidades avaliadas no sistema de leito fluidizado, o tratamento T20ML mostrou-se superior das demais, com uma taxa média de crescimento volumétrico diário de 164,58% e 1.316,65% de crescimento volumétrico total. O tratamento com densidade inferior (T10ML), e os tratamentos com densidades superiores (T30ML e T40ML), tiveram influência negativa no crescimento volumétrico das sementes.

Entre 0 a 4 dias, apenas o tratamento T30ML apresentou diferença estatística, resultando em menor crescimento quando comparado aos demais tratamentos. Entre 4 e 8 dias, o tratamento T20ML obteve o melhor rendimento, seguidos pelo tratamento T10ML, T30ML e T40ML. Devido à dinâmica do sistema de leito fluidizado, a combinação entre o fluxo de água (velocidade), densidades e tamanho das sementes favoreceu o desempenho do tratamento T20ML com 4.877,21 pré-sementes por cm^2 . Os referidos fatores explicam a diferença do T20ML para os tratamentos T10ML, T30ML e T40ML.

No caso do tratamento T10ML, a baixa densidade pode ter ocasionado maior movimentação das sementes no interior do cilindro, ocorrendo um número maior de choques entre as sementes e causando a quebra das bordas, consequentemente, reduzindo o crescimento.

Para os tratamentos T30ML e T40ML, o efeito foi contrário ao T10ML, a alta densidade gerou menor movimentação das sementes, não permitindo a distribuição homogênea do fluxo de água e alimento, consequentemente, interferindo no crescimento das pré-sementes desses tratamentos.

A disponibilidade de alimento não deve ter influenciado o crescimento nos tratamentos com maior densidade, pois sempre havia presença de algas no sistema, fato verificado através da contagem diária na saída das unidades experimentais.

Outros estudos (Holliday et al., 1991; Bricelj et al., 1992; Taylor et al., 1997; Walker, 2001; Oliveira Neto et al., 2003) em diferentes

sistemas para crescimento de sementes de ostras obtiveram resultados semelhantes em relação ao efeito negativo da densidade sobre o crescimento das sementes. Holliday et al. (1991), estudando *Saccostrea commercialis*, Bricelj et al. (1992) *Crassostrea virginica*, Taylor et al. (1997) *Pinctada maxima*, Walker (2001) *Spicula Solidissima* e Oliveira Neto et al. (2003) *Crassostrea gigas*, observaram redução no crescimento com o incremento da densidades nas unidades de cultivo de sementes. Já Widman e Rhodes (1991), estudando *Argopecten irradians irradians* e Honkoop e Bayne (2002), estudando *C. gigas* e *Saccostrea glomerata*, não encontraram diferença significativa no crescimento entre as densidades utilizadas, no entanto Honkoop e Bayne (2002) atribuem esse resultado ao fato da diferença entre as densidades testadas serem muito pequenas para promover efeito negativo.

4.3 Comparação da tecnologia de cultivo de sementes de ostra, upwelling, com o cultivo em sistemas de leito fluidizado.

4.3.1 Consumo de alimento

Com a diferença de velocidade entre os sistemas, era esperado no sistema de menor velocidade (*upwelling*) um maior consumo de microalgas, no entanto não foi esse o resultado observado. Ambos sistemas consumiram a mesma quantidade de acordo com as faixas de tamanho, nos tratamentos com pré-sementes de maior tamanho observou-se maior consumo do que os tratamentos com pré-sementes de menor tamanho, corroborando com os estudos obtidos por Bougruer et al. (1995).

Para se obter um melhor desempenho em relação ao crescimento da pré-sementes é necessário que alimentação tenha um fornecimento médio contínuo para o tratamento TU1000 e TL1000, cerca de $36,26 \times 10^9$ células de micro algas por hora; TU710 e TL710, cerca de $28,63 \times 10^9$; e TU500 e TL500, cerca de $24,13 \times 10^9$. Para isso, deve-se aliar a tecnologia de produção de alga contínua à sistemas de produção de sementes, adquirindo assim o desempenho máximo de crescimento.

No experimento executado a alimentação foi fornecida somente no período da manhã. De acordo com o consumo analisado, o fornecimento foi capaz de suprir a demanda por alimento das pré-sementes somente entre duas e seis horas do dia, portanto no restante do dia as pré-sementes ficaram sem consumir microalgas. As quantidade de microalgas fornecida por pré-sementes estavam de acordo com

protocolo de alimentação estabelecido no *Hatchery culture of bivalves: A practical manual* (2004).

Em outros experimentos com pré-sementes de ostra é possível verificar a similaridade do fornecimento de alimento (algas) uma vez ao dia, como exemplos, Ronquillo et al. (2012) no experimento com a ostra europeia (*Ostrea edulis*), Brown et al. (1998) em experimento com pré-sementes de *C. gigas* e Tremblay et al. (2007) em experimentos com *Pecten maximus*.

4.3.2 Sobrevivência

Estudos com sistemas e densidades diferentes dos experimentos testados neste trabalho obtiveram taxas de sobrevivência iguais ou superiores a 90%. Holliday et al. (1991) estimaram 97,5% de sobrevivência em sementes com peso inicial de 0,09 g por sementes de *Saccostrea Commercialis* durante os 12 meses de período experimental. Ronquillo et al. (2012) obtiveram 100% de sobrevivência durante o período experimental de seis semanas com juvenis de *Ostrea edulis* ao analisarem diferentes tipos de dieta. Oliveira Neto et al. (2003) relatou sobrevivência de até 100% para sementes de *C. gigas* com tamanho entre 1000 µm e 1500 µm com a utilização da metodologia de cultivo balanço de balde (*boucing bucket*).

Outros estudos obtiveram taxas um pouco inferiores, Silva (1998) obteve 68% de sobrevivência em sementes de *C. gigas* com de tamanho inicial em torno de 5000 µm em nove de experimento; Em outro experimento com *C. gigas*, Manzoni et al. (1998) com sementes em torno de 10.000 µm obtiveram uma taxa de sobrevivência de 70% em aproximadamente 7 meses de cultivo.

A alta taxa de sobrevivência pode ser relacionada com o alto controle sobre os parâmetros dos sistemas e qualidade de água (Wickins, 1981). Grande parte das mortalidades observadas em experimentos de cultivo de ostras são referentes à falta de manejo (limpeza e readequação de densidade) e controle dos parâmetros físico-químicos da água dos sistemas, como relatados por, Silva (1998) e Oliveira Neto et al. (2003). Esses fatores condizem com a alta taxa de sobrevivência obtida, pois os parâmetros de qualidade de água ficaram dentro da faixa ideal para a espécie estudada com manejo adequado.

4.3.3 Crescimento

A diferença de crescimento dos animais nos dois sistemas avaliados pode ser associada à quebra da linha de crescimento das conchas, conforme observado na análise visual usando lupa óptica. A quebra das conchas visualizada no sistema de leito fluidizado é consequência do atrito gerado pelo choque entre as sementes, devido sua movimentação no interior do tubo de acrílico.

Um fator que interfere diretamente para reduzir a movimentação das pré-sementes no interior do cilindro, é o alto grau de homogeneidade das partículas sólidas (pré-sementes) do sistema de leito fluidizado, o que faz com que a velocidade de sustentação das partículas sejam iguais para todas, deixando-as inertes em suspensão na coluna de água (Poncelet et al., 1985).

No primeiro experimento com leito fluidizado obteve um crescimento volumétrico diário de 164,58% e 1.316,65% ao longo dos 8 dias, o que é bastante expressivo e corrobora com Ver e Wang (1995). Embora o diâmetro dos tubos sejam diferentes, eles são proporcionalmente iguais, havendo uma pequena diferença na angulação da base do cone. O tubo de menor calibre tem uma angulação menor com o eixo das abscissas do que o tubo de maior calibre, fazendo com que a água possua uma menor velocidade no início do cone, consequentemente, gerando menor energia para movimentação das sementes. Devido esse fato a quebra das conchas no tubo de menor calibre não foi observada proporcionando resultados de crescimento volumétrico expressivos.

Em relação ao sistema de *upwelling*, o crescimento altimétrico e volumétrico das pré-sementes foi abaixo do esperado, devido a elevada densidade de estocagem de pré-sementes por cm^2 . A densidade escolhida para o sistema de *upwelling* foi baseada no sistema de leito fluidizado de modo que deve haver uma quantidade mínima para formação do leito de pré-sementes.

Ferreira e Ferreira (2014), em experimentos em campo compararam a eficiência em diferentes sistemas e densidades, sendo que os melhores resultados foram obtidos em densidades de 0,07mL por cm^2 , valor 6,24 vezes inferior do que o adotado.

5 CONCLUSÃO

Ambos os sistema de leito fluidizado e *upwelling* mostraram eficiência em manter estável os parâmetros físico-químicos monitorados, além da capacidade de manter as unidades experimentais livres de pseudo-fezes, de fezes, restos de microalgas e sementes mortas.

A taxa de sobrevivência obtida nos experimentos foi alta comprovando a eficiência de ambos sistemas de produção. Para o crescimento das pré-sementes o sistema *upwelling* demonstrou melhores resultados obtendo uma maior taxa de crescimento volumétrico durante o período experimental.

O sistema de leito fluidizado embora tenha tido um desempenho menor em relação ao crescimento é um grande armazenador de sementes, utiliza pouco espaço e maiores densidades de estocagem. A melhor densidade para o crescimento em sistema de leito fluidizado foi obtida no tratamento T20ML, obtendo taxas de crescimento diário de 164,58% e 1.316,65% ao longo dos 8 dias experimentais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido as diferenças de crescimento entras as garrafas de maior e menor volume, estudos referente a dinâmica do fluxo de água no interior das garrafas com diferentes angulações do cone com o eixo da abscissas devem ser feitos.

Outro ponto importante a ser abordado em novos estudos é a metodologia de alimentação. Verificar quais formas de alimentação são mais eficientes, tendo em vistas que a metodologia utilizada no presente estudo as pré-sementes ficaram por longos períodos com baixa concentração de microalgas. Estudos de fluxo continuo de microalgas para alimentação de moluscos devem trabalhados.

7 REFERÊNCIAS

- AKABOSHI, S. 1979 Notas sobre o comportamento da ostra japonesa, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1975), no litoral de São Paulo, Brasil. *Boletim Instituto de Pesca*. 6: 93-104.
- ANDREOTTOLA, G.; OLIVEIRA, L.E.; FOLADORI, P.; DALLAGO, L.; PETERLINI, R.; CADONNA, M. 2005 Método respirométrico para o monitoramento de processos biológicos. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 10: 14 -23,.

ANTONIO, I. G. 2007 Efeito da salinidade e densidade de estocagem no crescimento e sobrevivência larval da ostra do mangue *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) sob diferentes tempos de troca de água. Recife. 50f. (Dissertação Mestrado. – Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRP). Disponível em:

<http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/URPE_b482ded3953f85b74a23558f60de7786> Acesso em: 15 jan. 2016.

BOUGRIER, S.; GEAIRON, P.; DESLOUS-PAOLI, J.M.; BATHER, C.; JONQUIKRES, G. 1995 Allometric relationships and effects of temperature on clearance and oxygen consumption rates of *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Aquaculture*, 134: 143-154.

BOYD, C.E. 1990 *Water quality in ponds for aquaculture*. 2ª ed. Alabama: Auburn University. 482p.

BRICELJ, V.M.; FORD, S.E.; BORRERO, F.J.; PERKINS, F.O.; RIVARA, G.; HILLMAN, R.E.; ELSTON, R.A.; CHANG, J. 1992 Unexplained mortalities of hatchery-reared, juvenile oysters, *Crassostrea virginica* (Gmelin). *Journal of shellfish Research*, 11: 331-347.

BROWN, M.R.; MCCAUSLAND, M.; KOWALSKI, K. 1998 The nutritional value of four Australian microalgae strains fed to Pacific oyster *Crassostrea gigas* spat. *Aquaculture*, 165: 281-293.

CAVALLI, R. O.; FERREIRA, J.F. 2010 O futuro da pesca e da aquicultura marinha no Brasil: a maricultura. *Ciência e Cultura* 62: 38-39.

DOROUDI, M. S.; SOUTHGATE, P. C.; MAYER, R. J. 2002 Evaluation of partial substitution of live algae with dried *Tetraselmis* for larval rearing of black-lip pearl oyster, *Pinctada margaritifera* (L.). *Aquaculture International*, 10: 265-277.

DOROUDI, M. S.; SOUTHGATE, P. S. 2000 The influence of algal ration and larval density on growth and survival of black-lip pearl oyster *Pinctada margaritifera* (L.) larvae. *Aquaculture Research*, 31: 621-626.

FAO. 2015 *Cultured Aquatic Species Information Programme*. *Crassostrea gigas* (thunberg, 1793). Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Crassostrea_gigas/en> Acesso em: 15 jan. 2016.

FERREIRA, J.F.; OLIVEIRA NETO, F.M.; SILVESTRI, F. 2006 Cultivo de moluscos em Santa Catarina. *Infopesca Internacional*, 28: 34-41.

FERREIRA, J.F.; SILVA, F.C.; GOMES, C.H.A.; FERREIRA, F.M. 2011 Produção programada e rastreabilidade de larvas e sementes de moluscos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 35: 192-207.

FERREIRA, M.G.; FERREIRA, J.F. 2014 Comparative efficiency and yield in different systems and densities at the nursery culture phase of the oyster *Crassostrea gigas* in southern Brazil. *Boletim de Indústria Animal*, 71: 114-121.

GOMES, L.A.O. 1986 *Cultivo de Crustáceos e Moluscos*. São Paulo: Nobel. 226p.

GOULLETQUER, P. 1995 Cycle de reproduction naturelle de l'huître creuse *Crassostrea gigas*. In: AQUACULTURE: SHELLFISH CULTURE DEVELOPMENT AND MANAGEMENT, 1., 1985, La Rochelle. International seminar held at La Rochelle, France: IFREMER, Brest. 1985. p. 23-36.

HANKS, J.E. 1985 Molluscan Shellfish Culture in the United States – A perspective. In: Shellfish culture development and management international seminar in la Rochelle (France). Centre de Brest: IFREMER. 37-58p.

HELM, M. M.; MILLICAN, P. F. 1997 Experiments in the hatchery rearing of the Pacific oyster larvae *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Aquaculture*, 11: 1-12.

Helm, M.M.; Bourne, N.; Lovatelli, A. 2004 *Hatchery culture of bivalves. A practical manual*. Rome: FAO. 177p

HICKS, D.W.; MCMAHON, R.F. 2002 Respiratory responses to temperature and hypoxia in the nonindigenous brown mussel, *Perna perna* (Bivalvia: Mytilidae), from the Gulf of Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 277: 61-78.

HIS, E.; ROBERT, R.; DINET, A. 1989 Combined effects of temperature and salinity on fed and starved larvae of the Mediterranean

mussel *Mytilus galloprovincialis* and the Japanese oyster *Crassostrea gigas*. *Marine Biology*, 100: 455–463.

HOLLIDAY, J.E.; MAGUIRE, G.B.; NELL, J.A. 1991 Optimum stocking density for nursery culture of sydney rock oysters (*Saccostrea commercialis*). *Aquaculture*, 96: 7-16.

HONKOOP, P.J.C.; BAYNE, N.L. 2002 Stocking density and growth of Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) and the Sydney rock oyster (*Saccostrea glomerata*) in Port Stephens, Australia. *Aquaculture*, 213: 171-186.

IBARRA, A. M.; RAMIREZ, J. L.; GARCIA, G. A. 1997 Stocking density effects on larval growth and survival of two Catarina Scallops, *Argopecten ventricosus (circularis)* (SOWERBY II, 1842), populations. *Aquaculture Research*, 28: 433-451.

KORRINGA, P. 1976 Farming the cupped oysters of the genus *Crassostrea*. Elsevier, 2: 224p

KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L.; ONO, E. A.; ISTCHUK, P.I. Tambaqui alimentando com eficiência para reduzir custos. *Revista Panorama da Aquicultura*, 22: 129.

LABARTA, U.; FERNÁNDEZ-REIRIZ, M. J.; PÉREZ-CAMACHO, A. 1999 Larvae of *Ostrea edulis* (L.) during starvation: growth, energy and biochemical substrates. *Hydrobiologia*, 405: 125-131.

MAGNESEN, T.; JACOBSEN, A. 2012 Effect of water recirculation on seawater quality and production of scallop (*Pecten maximus*) larvae. *Aquaculture Engineering*, 47:1–6.

MANZONI, G. C. 2001 *Ostras: Aspectos bioecológicos e técnicas de cultivo*. 1. ed. Itajaí: UNIVALI, 30p.

MANZONI, G. C.; LUGLI, D.O; SCHIMITT, J.F. 1998 Aspectos do crescimento e da biologia reprodutiva de *Crassostrea gigas* (thunberg, 1975), cultivada na enseada da Armação do Itapocoroy (26°47'S – 48°36'W) (Penha – SC). In: *ANAIS DA AQUICULTURA BRASIL '98 – RECIFE*. 2, Recife, 745-754 nov/1998. *Anais...Recife: Aquicultura Brasil '98 – Recife*. 1 CD-ROM.

MARQUES, H.L.A.; PEREIRA, R.T.L. 1988 Mexilhões; biologia e criação. São Paulo: Coordenadoria de Pesquisa Agropecuária. 32p.

MELO, C. M. R.; SILVA, F. C.; GOMES, C. H. A. M.; SOLÉ-CAVA, A. M.; LAZOSKI, C. *Crassostrea gigas* in natural oyster banks in southern Brazil. *Biological Invasions*, 12: 441–449. . Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10530-009-9475-7>>. Acesso em: 15/10/2015.

MORALES, J. 1986 *Aquicultura marina animal*. 2ª ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 423p.

MOURA, J.P; GAMA, P; CARDIM, G. 2011 *Fundamentos da combustão de biomassa em leito fluidizado circulante*. Disponível em: <http://www.infobios.com/Artigos/2011_2/FundamentosCombustao/index.htm>. Acesso em: 2/11/2015.

OLIVEIRA NETO, F.M.; SANTOS, A.A.; OLIVEIRA, R.S. 2003 Técnica canadense veio para solucionar o abastecimento de sementes da ostra *Crassostrea gigas*. *Panorama da Aqüicultura*, 72: 33-39.

OSTRENSKY A.; BORGHETTI J. R.; SOTO D. (EDITORES). 2007 *Estudo setorial para consolidação de uma aquicultura sustentável no Brasil*. Curitiba: Grupo integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais. 279p

PEREIRA, O. M.; HENRIQUES, M. B.; FACUNDES, L. 1998 Viabilidade da criação de ostra *Crassostrea gigas* no litoral das regiões sudeste e sul do Brasil. *Boletim Instituto de Pesca*, 26: 7- 21.

PONCELET, D.; BINO R.; NAVEAU T.H.; NYNS, E.J. Biotechnologie des lits fluidisés en réacteurs cylindriques et tronconiques. *La Tribune du Cébédéau*, 38: 33-48.

QUAYLE, D.B. 1980 *Tropical oysters: Culture and Methods*. Ottawa: IDRC. 80p.

RONQUILLO, J.D.; FRASER, J.; McCONKEY, A. 2012 Effect of mixed microalgae diets on growth and polyunsaturated fatty acid profile of European oyster (*Ostrea edulis*) juveniles. *Aquaculture*, 360-361: 64-68.

ROSA, R.C.C. 1997 *Impacto do cultivo de mexilhões nas comunidades pesqueiras de Santa Catarina*. 1997. Florianópolis. 183p. (Dissertação Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC). Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/132942/333508.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 05 jan. 2016.

SANTA CATARINA. 2015 Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. *Síntese informativa da Maricultura 2014*. Florianópolis: EPAGRI. 8p.

SHATKIN, G.; SHUMWAY, S.E; HAWES, R. 1997 Considerations regarding the possible introduction of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) to the gulf of Maine: A review of global experience. *Journal of Shellfish Research* 16: 463–477.

SILVA, F.C. 1998 *Estudo comparativo do cultivo Crassostrea gigas (thunberg, 1975) em diferentes condições ambientais em Santa Catarina*. Florianópolis. 173p. (Dissertação Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC). Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/77649>> Acesso em 05 jan. 2016.

TAYLOR, J.J; ROSE, R.A.; SOUTHGATE, P.C.; TAYLOR, C.E. 1997 Effects of stocking density on growth and survival of early juvenile silver-lip pearl oysters, *Pinctada maxima* (Jameson), held in suspended nursery culture. *Aquaculture*, 153: 41-49.

THOMPSON, P.A.; GUO, M.; HARRISON, P. J. 1996 Nutritional value of diets that vary in fatty acid composition for larval Pacific oysters (*Crassostrea gigas*). *Aquaculture*, 143: 379-391.

TREMBLAY, R.; CARTIER, S.; MINER, O.; PERNET, F.; QUÉRÉ, C.; MOAL, J., MUZELLEC, M.L.; MAZURET, M.; SAMAIN J.F. 2007 Effect of *Rhodomonas salina* addition to a standard hatchery diet during the early ontogeny of the scallop *Pecten maximus*. *Aquaculture*, 262: 410-418.

VER, L. M. B.; WANG, J. K. 1995 Design Criteria of a Fluidized Bed Oyster Nursey. *Aquaculture Engineering*, 14: 229-249.

WALKER, R.L. 2001 Effects of density on growth and survival of Atlantic Surf clams in bottom cages versus mesh bags. *Journal of Shellfish Research*, 20: 1173-1176.

WALLACE, R. K.; PHILLIP W.; RIKARD S. F. 2008 Oyster Hatchery Techniques. *Southern Regional Aquaculture Center*, 4302: 6

WANG, J.K.; JAKOB, G.S. 1991 Pond design and water management strategy for an integrated oyster and shrimp production system. Aquaculture system engineering. In: PROCEEDINGS OF THE WORLD AQUACULTURE SOCIETY AND THE AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEER, JOINTLY SPONSORED SESSION. San Juan: *World Aquaculture Society*. 11p.

WICKINS, J. 1981. Water quality requirements for intensive aquaculture: A review. In: AQUACULTURE IN HEATED EFFLUENTS AND RECIRCULATION SYSTEMS. PROCEEDINGS OF A WORLD SYMPOSIUM, 2., Stavanger 28-30 mai./1980. *Anais...* Stavanger: Symposium on New Developments in the Utilization of Heated Effluents and Recirculation Systems for Intensive Aquaculture.

WIDMAN, J.C.; RHODES, E.W. 1991 Nursery culture of the bay scallop, *Argopecten irradians irradians*, in suspended mesh bags. *Aquaculture* 99: 257- 267.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO GERAL

ABSHER, T. M. **Populações naturais de ostras do gênero *Crassostrea* do litoral do Paraná – desenvolvimento larval, recrutamento e crescimento.** 1989. 185f. Tese de PhD. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1989.

AKABOSHI, S. Notas sobre o comportamento da ostra japonesa, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1975), no litoral de São Paulo, Brasil. **Boletim Instituto de Pesca.** V.6, p.93-104, 1979.

ANTUNES, L.C., Composição química da ostra de mangue *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) em Pernambuco., In: SUDENE/DRN/DRP. **Série Estudos de Pesca**, Pernambuco. 1978.

ARANA, V. L. **Aquicultura e desenvolvimento sustentável. Subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aquicultura brasileira.** Florianópolis: UFSC. 1999. p.310.

BESNARD, W. As ostras da região de Cananéia. In: SECRETARIA DA AGRICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO, DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO ANIMAL. **Relatório sobre o estudo das ostras de Cananéia.** São Paulo. 1949. p.1-6.

BONNET, M; TROADEC J.P. The Shellfish industry in France. In: AQUACULTURE: SHELLFISH CULTURE DEVELOPMENT AND MANAGEMENT, 1., 1985, La Rochelle. **International seminar held at La Rochelle**, France: IFREMER, Brest. 1985. p. 59-82.

BRASIL. Ministério de Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura – Brasil 2008 – 2009.** Brasília, DF, 2010. 99 p.

CAVALLI, R. O; FERREIRA, J.F. O futuro da pesca e da aquicultura marinha no Brasil: a maricultura. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 62, 2010. p.38-39.

CHÁVEZ-VILLALBA, J.; MINGANT, C.; COCHARD, J. C.; LE PENNEC, M. Gametogenese chez l’huite *Crassostrea gigas* de l’aber benoi’t (Bretagne, France), a’la limite nord de son aire de reproduction. **Haliotis**, 30, 1-12. 2001.

COSTA, S.W.; GRUMANN, A.; Neto, F.M.O.; ROCHAZANSKI, M. Cadeias produtivas do Estado de Santa Catarina: Aqüicultura e pesca. Florianópolis: **EPAGRI (boletim técnico)**. 1998. 62p.

DINAMANI, P. Gametogenic Patterns in populations of Pacific Oyster, *Crassostrea gigas*, in Northland, New Zeland. **Aquaculture**, 64, 65-76. 1987.

EPAGRI. **Síntese informativa da Maricultura 2014**. Disponível em: http://www.epagri.sc.gov.br/wp-content/uploads/2013/08/Sintese_informativa_da_maricultura_2014.pdf. Acesso em: 05/08/2015.

FAO 2005-2015. Cultured Aquatic Species Information Programme. *Crassostrea gigas*. Cultured Aquatic Species Information Programme. **Text by Helm, M.M.** In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 13 April 2005. [Cited 28 July 2015]. http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Crassostrea_gigas/en.

FAO, 2014. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2014**. Rome. 2012. 223pp.

FERNANDES, L.M.B., LIMA, A.M., Possibilidades de cultivo da ostra do mangue *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828). **SUDENE, CDU**, Recife, 1976.

FERREIRA, J.F.; OLIVEIRA NETO, F.M. Cultivo de moluscos em Santa Catarina. In: BARROSO, G.F ET AL. **Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócio-econômicos**. Rio de Janiero, Museu Nacional, p. 87-95. 2007.

FERREIRA, J.F.; OLIVEIRA NETO, F.M.; SILVESTRI, F. Cultivo de moluscos em Santa Catarina. **Infopesca Internacional**. V. 28, p. 34-41, 2006

FERREIRA, J.F.; SILVA, F.C.; GOMES, C.H.A.; FERREIRA, F.M. Produção programada e rastreabilidade de larvas e sementes de moluscos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.35, p.192-207, 2011.

Furlan, E.F. **Vida útil dos mexilhões *Perna perna* cultivados no litoral norte de São Paulo: aferição dos parâmetros físico-químico e microbiológicos.** 2004. 106p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz” – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

G1 – GLOBO. **Projeto estimula cultivo de ostras no Rio Grande do Norte. Natal: 2013. Disponível em** <http://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2013/12/projeto-estimula-cultivo-de-ostras-no-rio-grande-do-norte.html>. Acesso em: 11 ago. 2015.

GARCIA, A.N. **Contaminação microbiológica na área de cultivo de moluscos bivalves de Anchieta (Espírito Santo, Brasil).** 2005. 68f. Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Oceanografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória – Espírito Santo. 2005.

GOMES, C. A. M. **Ciclo reprodutivo da ostra *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) em cultivo e maturação em laboratório.** 2009. 57p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. Florianópolis. 2009.

GOMES, L.A.O., **Cultivo de Crustáceos e Moluscos.** São Paulo: Nobel, 226p, 1986.

GOULLETQUER P. Cycle de reproduction naturelle de l'huître creuse *Crassostrea gigas*. **Groupe de travail sur la Reproduction des Mollusques Bivalves d'Aquaculture Marines**, p7-19, 1995.

GRUMANN, A; POLI, C.R. **Diagnóstico da maricultura de Santa Catarina.** Florianópolis: EPAGRI. 1999. 24p.

HANKS, J.E. Molluscan Shellfish Culture in the United States – A perspective. In: **AQUACULTURE: SHELLFISH CULTURE DEVELOPMENT AND MANAGEMENT**, 1., 1985, La Rochelle. **International seminar held at La Rochelle, France: IFREMER, Brest.** 1985. p. 37-58.

HELM, M.M., BOURNE, N. **Hatchery culture of bivalves: A practical manual.** 2004.

HIS, E., ROBERT, R., DINET, A. Combined effects of temperature and salinity on fed and starved larvae of the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* and the Japanese oyster *Crassostrea gigas*. **Marine Biology**, Berlin. V. 100, p. 455– 463, 1989.

IVACHUK, C. S. **Efeito do manejo sobre a sobrevivência, ocorrência de patógenos e respostas imune da ostra *Crassostrea gigas* cultivada no Sul do Brasil**. 2012. 67p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. Florianópolis. 2012.

King, N.; Janke, A.; Roberts, R.; Kaspar, H. New Zealand oyster-breeding program seeks genetic improvements. **Glob. Aquac. Advocate**, p. 59–60, 2004.

KORRINGA, P. Farming the cupped oysters of the genus *Crassostrea*. Amsterdam: **Elsevier**, V.2, 224p. 1976

LAVOIE, R.E. The Culture of Molluscs in Canada – An overview. In: AQUACULTURE: SHELLFISH CULTURE DEVELOPMENT AND MANAGEMENT, 1., 1985, La Rochelle. **International seminar held at La Rochelle**, France: IFREMER, Brest. 1985. p. 23-36.

LENOCH, R.. Saúde pública e os moluscos marinhos cultivados. **Revista Conselho Federal de Medicina Veterinária**, Brasília / DF, n28/29, p. 65-70, 2003.

MAGNESEN, T., JACOBSEN, A. Effect of water recirculation on seawater quality and production of scallop (*Pecten maximus*) larvae. **Aquaculture Eng.** v.47, p.1–6, 2012.

MANN, R., Some biochemical and physiological aspects of growth and gametogenesis in *Crassostrea gigas* and *Ostrea edulis* grown at sustained elevate temperatures. **J. Mar. Biology Assoc. U.K.**, vol 59, p. 95-110. 1979.

MANZONI, G. C. **Ostras: Aspectos bioecológicos e técnicas de cultivo**. 1. ed. ITAJAI: UNIVALI, 1, 30 p. 2001.

MANZONI, G. C; LUGLI, D.O; SCHIMITT, J.F. Aspectos do crescimento e da biologia reprodutiva de *Crassostrea gigas* (thunberg, 1975), cultivada na enseada da Armação do Itapocoroy (26°47'S –

48°36'W) (Penha – SC). **Anais do Aquicultura Brasil'98** – Recife. v.2, p. 745-754, 1998.

MARQUES, H.L.A.; PEREIRA, R.T.L. **Mexilhões; biologia e criação**. São Paulo: Coordenadoria de Pesquisa Agropecuária, P. 32. Boletim Técnico, 12. 1988.

MARTÍNEZ, O.C; RODRIGUEZ, L.M. **Manual de buenas prácticas de producción acuícola de moluscos bivalvos para La inocuidad alimentaria**. Senasica: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. p. 83, 2003.

MELO, C. M. R.; SILVA, F. C.; GOMES, C. H. A. M.; SOLÉ-CAVA, A. M.; LAZOSKI, C. *Crassostrea gigas* in natural oyster banks in southern Brazil. **Biological Invasions**, v. 12, n. 3, p. 441–449, 2009. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10530-009-9475-7>>. Acesso em: 15/10/2015.

MIRANDA, M. B. B. & GUZENSKI, J. Cultivo larval da ostra do mangue, *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), Em diferentes condições de temperatura, salinidade e densidade. **Arquivos de ciências do mar**, Fortaleza: UFC, v. 32, p. 73 – 84, 1999.

MOURA, J.P; GAMA, P; CARDIM, G. **Fundamentos da combustão de biomassa em leite fluidizado circulante**. 2011. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2011_2/FundamentosCombustao/index.htm>. Acesso em: 2/11/2015.

NASCIMENTO, I. A. Aquicultura Marinha e Ambiente: a Busca de Tecnologias Limpas para um Desenvolvimento Sustentado. **TECBAHIA - Revista Baiana de Tecnologia**, 13(3), p. 44-67, 1998.

NASCIMENTO, I. A. Cultivo de ostras no Brasil: problemas e perspectivas. **Ciência e Cultura**, v.35, p. 871-876. 1983.

NASCIMENTO, I. A.; LUNETTA, J. E. . Ciclo sexual da ostra de mangue e sua importância para o Cultivo. **Bol. Fisol. Animal**, v.2, p. 63-98, 1978.

NASCIMENTO, I.A., PEREIRA, S.A., SOUZA, R.C., Determination of the optimum commercial size for the mangrove oyster (*Crassostrea*

rhizophorae) in Todos os Santos Bay, Brazil. **Aquaculture**, 20, p.1-8. 1980.

NORMAND, J.; LE PENNEC, M.; BOUDRY, P. Comparative histological study of gametogenesis in diploid and triploid Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) reared in estuarine farming site in France during the 2003 heatwave. **Aquaculture**, 282, 124-129. 2008.

OSTINI, S.; POLI, C.R. A situação do cultivo de Moluscos no Brasil. In: CULTIVO DE MOSLUSCOS EM AMÉRICA LATINA. Bogotá: **Red Regional de entidade y centros de acuicultura de América Latina**. p. 137-170, 1989.

OSTRENSKY A.; BORGHETTI J. R.; SOTO D. (EDITORES). **Estudo setorial para consolidação de uma aquicultura sustentável no brasil**. Curitiba: Grupo integrado de Aquicultura e estudos Ambientais, 2007. 279 p.

PERDUE, J.A.; BEATTIE, J.H.; CHEW, K.K. Some relationships between gametogenic cycle and summer mortality phenomenon in the pacific oyster (*Crassostrea gigas*) in Washington State. **Journal of Shellfish Research**, 1(1), 9-16, 1981.

PEREIRA, O. M.; HENRIQUES, M. B.; FACUNDES, L. Viabilidade da criação de ostra *Crassostrea gigas* no litoral das regiões sudeste e sul do Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, 26(1), p. 7- 21, 1998.

PFEIFFER, T.J; RUSH, K.A. An integrated system for microalgae and nurse seed clam culture. **Aquaculture Engineering**, V.24, p. 15-31, 2000.

POLI C.R. Cultivo de ostras do Pacífico, *Crassostrea gigas*. In: POLI CR, POLI ATB, ANDREATTA E., BELTRAME E. **Aquicultura experiências brasileiras**, multitarefa, Florianópolis. 2004.

PONCELET, D.; BINO R.; NAVEAU T.H.; NYNS, E.J. Biotechnologie des lits fluidisés en réacteurs cylindriques et tronconiques. **Trib. Cébédéau**, v.38 (497), p. 33-48, 1985.

PROENÇA, C.E.M.; AVELAR, J. C.; OLIVEIRA NETO, F. M.. **Plataforma do agronegócio da malacocultura**. CNPQ/DPA/MAPA, Brasília, p, 76, 2001.

QUAYLE, D.B. **Tropical oysters: Culture and Methods**. Ottawa: IDRC, 80p, 1980.

QUAYLE, D.B; NEWKIRK, G.F,. Farming bivaive mollusk: methods for study and desenvolvimento. *Advances in World Aquaculture*, 1: 294p. 1989.

ROSA, R.C.C. **Impacto do cultivo de mexilhões nas comunidades pesqueiras de Santa Catarina**. 1997. 183p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 1997.

RUIZ, C. et Al. Influence of seasonal environmental changes on the gamete production and biochemical composition of *Crassostrea gigas* (Thunberg) in suspended culture in El Grove, Galicia, Spain. **Journal of experimental marine Biology and Ecology**, 155, 249-262. 1992.

RUPP, G.S. Introdução à biologia das ostras. In: FERREIRA, JF. ET AL. **Cultivo de ostras**. Laboratório de cultivo de molusco marinho. 1999. P. 15-24.

SABRY, R. C.; MAGALHÃES, A. R. M. Parasitas em ostras de cultivo (*Crassostrea rhizophorae* e *Crassostrea gigas*) da Ponta do Sambaqui, Florianópolis, SC. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, p. 194-203, 2005.

SARKIS, S.; HELM, M.; HOHN, C. Larval rearing of calico scallops, *Argopecten gibbus*, in a flow-through system. **Aquacult. Int.**, v. 14, p. 527-538. 2006.

SARKIS, S.; LOVATELLI, A. **Installation and operation of a modular bivalve hatchery**. **FAO Fisheries Technical Paper**. No. 492. Rome, FAO. (comp./ed.) 2007. 173p.

SHATKIN, G.; SHUMWAY, S.E; HAWES, R. Considerations regarding the possible introduction of the Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) to the gulf of Maine: A review of global experience. **Journal of Shellfish Research**, v.16, p.463-477, 1997.

SILVA, F.C. **Estudo coparativo do cultivo *Crassostrea gigas* (thunberg, 1975) em diferentes condições ambientais em Santa**

Catarina. 1998. 173p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. Florianópolis. 1998.

STEELE, S.; MULCAHY, M.F. Gametogenesis of the oyster *Crassostrea gigas* in southern Ireland. **Journal Marine Biology Association United Kindon**, 79, 673-686. 1999.

VER, L. M. B.; WANG, J. K.. Design Criteria of a Fluidized Bed Oyster Nursey. **Aquaculture Engineering**, USA, v. 14, n. 3, p.229-249, 1995.

WAKAMATSU, T. A ostra de Cananéia e seu cultivo. In: SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO LITORAL PAULISTA E INSTITUTO OCEANOGRÁFICO – USP, 1973.

WALLACE, R. K.; PHILLIP W.; RIKARD S. F. Oyster Hatchery Techniques. **SRAC Publication No. 4302**. 2008.

WALNE, P. R. **Culture of bivalve mollusks: 50 years' experience in Conwy**. 2. ed. West Byfleet: The Bucklan Foundation. 189p. 1989.

WANG, J.K.; JAKOB, G.S. Pond design and water management strategy for an integrated oyster and shrimp production system. Aquaculture system engineering. In: ANNUAL MEETING WORLD AQUACULTURES SOCIETY, 22., 1991. San Juan. **Proceedings of the world aquaculture society and the American society of agricultural engineery, jointly sponsered session**. Ann San Juan: World Aquaculture Society, 1991. P. 70-81.

ANEXO A – Imagem



Sistema de Leito Fluidizado 1260 mL



Sistema de Leito Fluidizado 3930 mL



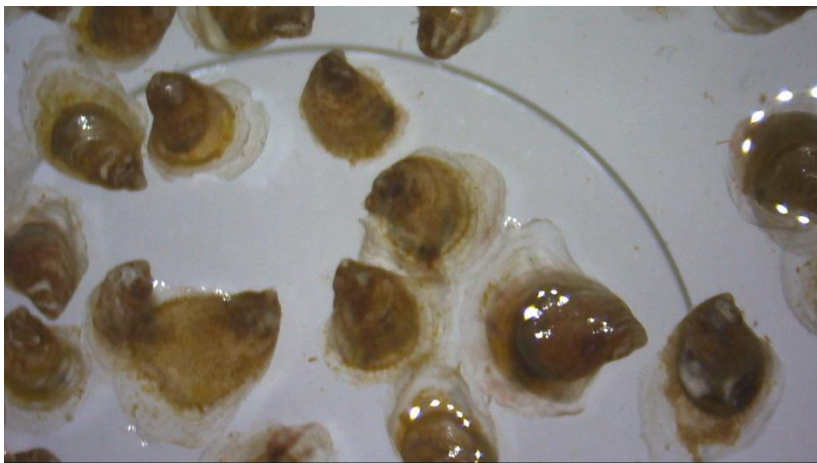
Sistema de *Upwelling*



Volumetria



Pré-sementes do Sistema de Leito Fluidizado com quebra na linha de crescimento.



Pré-sementes do Sistema de *Upwelling* sem quebra na linha de crescimento.